



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA ALDEA
SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
ALDEA EL BRAN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE
JUTIAPA**

Carlos Alfonso Lobos Vivar

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA ALDEA
SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
ALDEA EL BRAN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE
JUTIAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CARLOS ALFONSO LOBOS VIVAR

ASESORADO POR EI ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA:	Inga. Christa Classon de Pinto
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRAN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA,

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 20 julio de 2006.

Carlos Alfonso Lobos Vivar

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Ref.EPS.SUMAAO.0032.2007
Guatemala,
5 de octubre de 2007

Ingeniera
Norma I. Sarmiento de Serrano
Directora de la
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Ingeniera de Serrano.

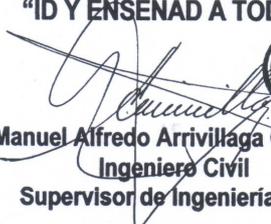
Por medio de la presente, envié a usted el informe final correspondiente a la Práctica de Ejercicio Profesional Supervisado titulado: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRÁN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA .**

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario CARLOS ALFONSO LOBOS VIVAR quien fue asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley, solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Ingeniero Civil
Supervisor de Ingeniería Civil


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 8 de octubre de 2007
Ref. EPS. C. 630.10.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

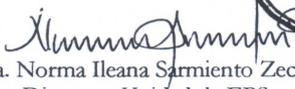
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRÁN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **CARLOS ALFONSO LOBOS VIVAR**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Sé y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Guatemala,
20 de febrero de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRAN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alfonso Lobos Vivar, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
29 de enero de 2008

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

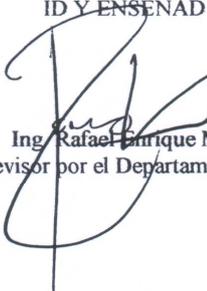
Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRÁN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alfonso Lobos Vivar, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Alfonso Lobos Vivar, titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRÁN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 149.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES, EN LA ALDEA SAN PEDRO Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL BRAN, MUNICIPIO DE CONGUACO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA,** presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfonso Lobos Vivar,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy ~~Stampos~~ Paiz ~~Racinos~~
DECANO



Guatemala, abril de 2008

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS Y LA VIRGEN MARÍA** Por darme la agudeza para entender, la capacidad para retener, el método y la facilidad para aprender, y por permitirme culminar mis estudios profesionales.
- MIS PADRES** Por su paciencia, consejos, apoyo moral y económico, que me permitieron alcanzar esta meta.
- MIS HERMANOS** Por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.
- ING. MANUEL ARRIVILLAGA** Por su valiosa asesoría.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Ernesto Lobos Díaz.

Lola Isabel Vivar de Lobos.

MIS HERMANOS

Luis Ernesto, Geraldina Isabel y
Maria Alejandra.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

DE ESTUDIOS

Por los buenos momentos
compartidos.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía de las aldeas San Pedro y El Bran, Conguaco, Jutiapa	1
1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Ubicación geográfica	1
1.1.3 Acceso	2
1.1.4 Colindancias	3
1.1.5 Climatología	3
1.1.6 Situación demográfica	4
1.1.7 Aspectos económicos y actividades productivas	4
1.1.8 Infraestructura económica y servicios de apoyo	4
1.1.9 Comunicaciones	5
1.1.10 Educación	5
1.1.11 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de las aldeas San Pedro y el Bran, Conguaco Jutiapa	5
1.1.11.1 Identificación de las necesidades principales	5

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1 Diseño de un edificio escolar de dos niveles para la aldea	
San Pedro, Conguaco, Jutiapa	7
2.1.1 Descripción del proyecto	7
2.1.2 Investigación preliminar	7
2.1.3 Descripción del espacio disponible	8
2.1.3.1 Localización del predio	8
2.1.3.2 Topografía del terreno	8
2.1.4 Criterios que se usaron en el diseño del edificio	
Escolar	9
2.1.4.1 Conjunto arquitectónico	9
2.1.4.2 Emplazamiento	9
2.1.4.3 Orientación del edificio	9
2.1.4.4 Criterios de iluminación	9
2.1.4.5 Criterios de instalaciones	10
2.1.4.6 Criterios de ventilación	10
2.1.4.7 Criterios de color	11
2.1.5 Diseño arquitectónico	11
2.1.5.1 Ubicación del edificio en el terreno	11
2.1.5.2 Altura del edificio	12
2.1.5.3 Selección del sistema estructural a usar	12
2.1.5.3.1 Sistema de marcos rígidos	12
2.1.6 Diseño estructural	13
2.1.6.1 Determinación del valor soporte del suelo	13
2.1.6.2 Análisis estructural	14
2.1.6.2.1 Predimensionamiento de elementos	
Estructurales	15
2.1.6.2.1.1 Predimensionamiento de vigas	
Rectangulares	15
2.1.6.2.1.2 Predimensionamiento de columnas	16
2.1.6.2.1.3 Dimensionamiento de losas	17
2.1.6.2.1.4 Dimensionamiento de cimientos	18

2.1.6.2.1.5 Modelo matemático de marcos dúctiles	20
2.1.6.3 Carga aplicada a los marcos dúctiles	21
2.1.6.3.1 Cargas verticales	22
2.1.6.3.1.1 Cargas vivas	22
2.1.6.3.1.2 Cargas muertas	22
2.1.6.3.2 Cargas horizontales	24
2.1.6.3.2.1 Cargas de Sismo	24
2.1.6.3.3 Análisis de marcos	34
2.1.6.4 Dimensionamiento de elementos	39
2.1.6.4.1 Diseño de losas	40
2.1.6.4.2 Diseño de vigas	49
2.1.6.4.3 Diseño de columnas	54
2.1.6.4.4 Diseño de cimientos	67
2.1.6.4.4.1 Diseño de cimiento corrido	67
2.1.6.4.4.2 Diseño de zapatas tipo 1	71
2.1.6.4.4.3 Diseño de zapatas tipo 2	80
2.1.6.4.5 Diseño de escaleras	93
2.1.7 Planos de escuela	98
2.1.8 Presupuesto	98
2.1.9 Cronograma de ejecución	99
2.2 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Bran, Conguaco Jutiapa	100
2.2.1 Descripción del proyecto	100
2.2.2 Estudios topográficos	101
2.2.2.1 Altimetría	101
2.2.2.2 Planimetría	101
2.2.3 Período de diseño	101
2.2.3.1 Cálculo de la población futura	102
2.2.3.1.1 Incremento Geométrico	102
2.2.4 Consideraciones para el diseño del sistema de Alcantarillado sanitario	103
2.2.4.1 Dotación	103

2.2.4.2	Caudal	103
2.2.4.3	Velocidad del flujo	103
2.2.4.4	Tirante o profundidad	104
2.2.5	Factor de retorno	104
2.2.6	Caudal domiciliar	104
2.2.7	Caudal de conexiones ilícitas	105
2.2.8	Caudal de infiltración	106
2.2.9	Caudal comercial e industrial	107
2.2.10	Factor de caudal medio	108
2.2.11	Factor de Harmond	108
2.2.12	Caudal de diseño	109
2.2.13	Determinación de ruta	109
2.2.14	Pendiente	109
2.2.15	Cálculo de las cotas Invert	110
2.2.16	Diámetro de tubería	110
2.2.17	Pozos de visita	111
2.2.18	Especificaciones para pozos de visita	111
2.2.19	Conexiones domiciliare	112
2.2.19.1	Caja o candela	112
2.2.19.2	Tubería secundaria	113
2.2.20	Profundidad de la tubería	113
2.2.21	Volumen de excavación	113
2.2.22	Principios hidráulicos	114
2.2.23	Ecuación de Manning para flujos en canales	114
2.2.24	Ecuación a sección llena	116
2.2.25	Relaciones hidráulicas	117
2.2.26	Diseño del alcantarillado sanitario	117
2.2.27	Planeamiento del desfogue	122
2.2.28	Propuesta de tratamiento	122
2.2.28.1	Fosa séptica con pozo de absorción	123
2.2.18.2	Justificación de la propuesta de tratamiento	124
2.2.29	Diseño de fosa séptica	124

2.2.30	Diseño estructural de la fosa séptica	126
2.2.31	Cálculo de pozos de absorción	136
2.2.32	Programa de operación y mantenimiento para el sistema	137
2.2.33	Planos del alcantarillado sanitario	140
2.2.34	Presupuesto	140
3.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	145
3.1	Consideraciones generales del estudio de impacto ambiental en el Alcantarillado sanitario de aldea el Bran, Conguaco Jutiapa	145
3.1.1	Descripción de (E.I.A.)	145
3.1.2	Impactos en el ambiente	145
3.1.2.1	Modificación de régimen	145
3.1.2.2	Transformación del suelo y construcción	145
3.1.2.3	Extracción de recursos	146
3.1.2.4	Desvíos en el tráfico	146
3.1.2.5	Acumulación de residuos	146
3.2	Impactos directos sobre la población	146
3.3	Mitigación de impacto	146
4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	149
	CONCLUSIONES	151
	RECOMENDACIONES	153
	BIBLIOGRAFÍA	155
	ANEXOS	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de localización de aldeas San Pedro y El Bran	2
2	Planta típica niveles 1 y 2 módulo 1 "A y B"	18
3	Áreas tributarias módulo 1 "A y B"	19
4	Marco dúctil típico sentido "X" eje "B"	19
5	Marco dúctil típico sentido "Y" eje 4	20
6	Modelo matemático marco típico eje "B" sentido "X"	21
7	Modelo matemático marco típico eje 4 sentido "Y"	21
8	Simetría de edificio escolar	29
9	Momentos flexionantes últimos en vigas marco típico eje 4 sentido "Y"	36
10	Momentos flexionantes últimos en columnas marco típico eje 4 sentido "Y"	37
11	Diagrama de cortes últimos en vigas marco típico eje 4 sentido "Y"	37
12	Diagrama de cortes últimos en columnas marco típico eje 4 sentido "Y"	37
13	Momentos flexionantes últimos en vigas marco típico eje "B" sentido "X"	38
14	Momentos flexionantes últimos en columnas marco típico eje "B" sentido "X"	38
15	Diagrama de cortes últimos en vigas marco típico eje "B" sentido "X"	38

16	Diagrama de cortes últimos en columnas marco típico eje “B” sentido “X”	39
17	Planta de distribución de losas, nivel 1	41
18	Planta de distribución de momentos positivos en losas, nivel 1	44
19	Planta de distribución de momentos balanceados y negativos en losas nivel 1	46
20	Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga tipo 2	50
21	Acero longitudinal y transversal para viga	53
22	Acero longitudinal y trasversal en columnas	66
23	Desplante para cimiento corrido	68
24	Distribución de presiones en cimiento corrido	70
25	Zapata tipo 1	72
26	Corte simple en zapata tipo 1	76
27	Corte punzonante en zapata tipo 1	77
28	Armado final de zapata tipo 1	79
29	Zapata tipo 2	80
30	Diagrama de cuerpo libre zapata tipo 2	81
31	Diagrama de cargas sobre el cimiento	83
32	Diagrama de punzonamiento zapata tipo 2	84
33	Diagrama de corte simple zapata tipo 2	86
34	Flexión en sentido Y-Y zapata tipo 2	89
35	Flexión en sentido X –X zapata tipo 2	91
36	Armado fina zapata tipo 2	93
37	Distribución de cargas y momentos en escaleras	95
38	Diagrama de fuerzas en fosa séptica	126
39	Cubierta de fosa séptica	128
40	Áreas tributarias de losas para fosa séptica	128
41	Momentos negativos de losa para fosa séptica	131
42	Momentos negativos y balanceados de losa para fosa séptica	131
43	Viga para fosa séptica	133
44	Diagrama de corte en vigas de fosa séptica	135

TABLAS

I	Valor soporte permisible según tipo de suelo	14
II	Peraltes mínimos para vigas	15
III	Peso de la estructura por nivel	27
IV	Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel	32
V	Fuerza por marcos por torsión del segundo nivel	32
VI	Cálculo del centro de rigidez en el primer nivel	33
VII	Fuerza por marcos por torsión del primer nivel	34
VIII	Área y espaciamiento para momentos de losas	48
IX	Resumen de presupuesto de edificio escolar	98
X	Cronograma de edificio escolar	100
XI	Cálculo de momento resultante en fosa séptica	126
XII	Resumen de presupuesto alcantarillado sanitario	141
XIII	Presupuesto de colector principal	141
XIV	Presupuesto de pozos de visita	142
XV	Presupuesto de conexiones domiciliarias	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Ac	Área de cimiento
Ag	Área transversal de la columna
As	Área de acero de refuerzo
Asmáx	Área de acero máximo permitido
Asmin	Área de acero mínimo permitido
Astemp	Área de acero por temperatura
At	Área tributaria
Az	Área de zapata
b	Ancho del elemento en sección
C	Coficiente para el cálculo de momento en losas, tomado de ACI
Co	Combinación utilizada para el análisis estructural
Cm	Centro de masa
CM	Carga muerta
CMu	Carga muerta última
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CV	Carga viva
CVu	Carga viva última
D	Diámetro de la tubería
DH	Distancia Horizontal
d	Peralte efectivo del elemento en sección, distancia media desde la fibra externa en compresión al centroide del refuerzo en tensión.

E	Esbeltez de la columna
EI	Módulo de Young (en columnas)
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Est.	Estación
e	Excentricidad
ex	Excentricidad en el sentido X
ey	Excentricidad en el sentido Y
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
Fcu	Factor de carga última
FH	Factor de Harmond
Fi'	Fuerza rotacional
Fi''	Fuerza transversal
F.m.	Fuerza por marco
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel i
FQM	Factor de caudal medio
FR	Factor de retorno
Ft	Fuerza de techo
H	Altura del elemento analizado
I	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal
Ig	Momento de inercia de la sección (en columnas)
K	Coeficiente utilizado para clasificar las columnas
L	Longitud del elemento
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
M	Momento
m	Relación entre los claros de la losa
Mact	Momento actuante
M(+)	Momento positivo
M(-)	Momento negativo
Mcm	Momento inducido por la carga muerta

McG	Momento por centro de gravedad
Mcv	Momento inducido por carga viva
Ms	Momento inducido por la fuerza sísmica
Mb	Momento balanceado
Mx	Momento último en el sentido X
My	Momento último en el sentido Y
Md	Momento de diseño (magnificado)
Mdx	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido X
Mdy	Momento de diseño (magnificado) actuando en el sentido Y
Mtx	Momento de trabajo en sentido X
Mty	Momento de trabajo en sentido Y
Mact	Momento actuante
MR	Momento resistente
Mu	Momento último
N	Período de diseño
n	Rugosidad de la tubería
P	Carga aplicada a la columna o a un elemento
Pu	Carga última
P'	Carga de trabajo actuando en la columna
Pcr	Carga crítica de pandeo de Euler
PcG	Carga por centro de gravedad
Pf	Población futura
Pfa	Población futura acumulada
Po	Población del último censo
P'u	Carga de resistencia de la columna
Púx	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex
Púy	Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey
P'ó	Carga axial de resistencia de la columna
Q.	Caudal
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
Qcom	Caudal comercial
Qdis.	Caudal de diseño

Q.dom	Caudal domiciliar
Qinf	Caudal de infiltración
q	Presión sobre el suelo
q	Caudal a sección parcial
qdisu	Carga de diseño última
q_{máx}	Presión máxima sobre el suelo
q_{min}	Presión mínima sobre el suelo
q_u	Presión última sobre el suelo
q(s+c)	Presión última sobre el suelo y cimiento
r	Tasa de crecimiento poblacional
S	Espaciamiento de refuerzo de acero
s	Pendiente del terreno
Si	Espaciamiento del acero de refuerzo en la longitud confinada
Sx	Módulo de sección en el sentido X
Sy	Módulo de sección en el sentido Y
T	Espesor
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad a sección parcial
Vol	Volumen de excavación
Vact	Corte actuante
Vmax	Corte máximo actuante
VR	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
W	Peso del elemento o material analizado.
Vs	Valor soporte del suelo
Pc	Peso volumétrico del concreto
Ps	Peso volumétrico del suelo
δ	Magnificador de momentos
βd	Factor de flujo plástico del concreto
pbal	Porcentaje de acero en la falla balanceada
pmax	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento

ρ_{min}	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
ρ_s	Relación volumétrica del volumen del volumen del espiral al volumen total del núcleo de la columna
ρ_{tu}	Valor de la curva en el diagrama de iteración
σ	Radio de giro
ψ_a	Coficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna, en su extremo superior.
ψ_b	Coficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación de una columna en su extremo interior.
ψ_p	Coficiente promedio que mide el grado de empotramiento a la rotación.
Φ	Coficiente de reducción de resistencia
Y	Valor del diagrama de interacción
γ_c	Peso específico del concreto
γ_s	Peso específico del suelo
γ_a	Peso específico del agua
@	a cada
π	3.141599

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad de acero determinado por la sección y límite de fluencia de acero, necesario para evitar grietas por cambios de temperatura.
Aguas residuales	Son las aguas retiradas de una vivienda, comercio o industria después de haber sido utilizadas, tienen una relación directa con el caudal que ingresa, ya que una menor parte es consumida en diversos usos. Otros términos utilizados como sinónimos son agua servida, aguas negras o cloacales.
Alcantarillado	Sistema formado por obras accesorias, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales o pluviales, drenajes.
Altimetría	Parte de la topografía que sirve para medir las alturas de un terreno referenciadas a un punto.
Análisis estructural	Proceso que se realiza para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarlas.
Candela domiciliar	Receptor de aguas residuales provenientes del interior de las viviendas y que las conduce al sistema de drenaje.

Caudal	Es un volumen de líquido que circula a través de una unidad de tiempo determinado.
Corte basal	Fuerza aplicada a la base de una edificación producto del sismo.
Cota invert	Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior del diámetro interno de la tubería.
Demografía	Estudio estadístico de una colección humana, según su composición y estado de un determinado momento, según su evolución histórica.
Densidad de población	Es la relación que existe entre el número de habitantes por unidad de área o longitud.
Diseño estructural	Es la actividad que se realiza, por medio de una serie de cálculos, con el fin de definir las características detalladas de los distintos elementos que componen una estructura.
Dúctil	Admite grandes deformaciones sin llegar a romperse.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Estribo	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y torsión en un elemento
Excentricidad	Es la distancia que separa el centro de masa del centro de rigidez.

Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación directa con la población.
Factor de caudal medio	Es la relación entre la suma de los caudales y la población a servir.
Factor de retorno	Porcentaje de agua que después de ser utilizada, retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.
Factor de rugosidad	Factor que expresa la intensidad de la rugosidad de una tubería, según el material con que esté fabricada.
Momento	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultando de la aplicación de una fuerza a “X” distancia de su centro de masa.
Pendiente	Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía, que enseña a representar en una superficie plana una porción terrestre.
Pozo de visita	Estructura que forma de un alcantarillado y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.

Fosa séptica	Son tanques que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando como digestores anaerobios.
Relaciones hidráulicas	Relaciones que existen entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Rigidez	Resistencia de un elemento estructural a la deformación.
SEAOC	Asociación de ingenieros estructurales de California (Structural engineers association of California).
Sismo	Es una sacudida de aceleración de la corteza terrestre, por un acomodamiento de las placas, a una cierta profundidad, partiendo de un epicentro.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, en el municipio de Conguaco, departamento de Jutiapa; en el cual se describen paso a paso, los criterios que se tomaron en cuenta, para el diseño de los proyectos de edificación escolar de la aldea San Pedro y alcantarillado sanitario para la aldea El Bran, Conguaco, Jutiapa.

Cabe mencionar que el diseño del edificio escolar de dos niveles se diseñó la estructura física necesaria para el funcionamiento del mismo, haciendo énfasis en el diseño estructural, considerando la estructura con marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado. En el caso del alcantarillado sanitario se incluyen las obras de arte, conexiones domiciliarias, propuestas de tratamiento y el punto del desfogue.

Como parte final del trabajo, se presentan los respectivos planos, especificaciones, memorias de cálculo y presupuesto de ambos proyectos.

OBJETIVOS

General

Diseñar una edificación escolar de dos niveles para la aldea San Pedro y el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Bran, municipio de Conguaco, departamento de Jutiapa.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y diagnóstica, sobre las necesidades de servicio básico e infraestructura para las aldeas San Pedro y El Bran, Conguaco, Jutiapa.
2. Aportar, por medio del diseño de ambos proyectos, soluciones técnicas a los problemas y necesidades de estas dos comunidades.
3. Aplicar conocimientos, habilidades y criterios en la resolución de problemas reales, que las comunidades en estudio plantean.

INTRODUCCIÓN

Guatemala posee un alto índice de sub-desarrollo en el área rural, lo que trae como obvias consecuencias, un bajo nivel de vida y escolaridad, asimismo, altos índices de mortalidad originados por la falta de servicios básicos como el agua potable y servicio de evacuación de agua negras.

Por esta razón, el presente trabajo de graduación está orientado a plantear soluciones factibles a problemas de infraestructura y servicios básicos. Tomando en cuenta el diagnóstico de la aldea San Pedro y El Bran, del municipio de Conguaco, departamento de Jutiapa, se decidió llevar a cabo el diseño de una edificación escolar de dos niveles en la aldea San Pedro y el sistema de alcantarillado sanitario en la aldea El Bran. Siendo estos proyectos de suma importancia para dichas comunidades.

El informe contiene las fases de servicio técnico-profesional e investigación, que contribuyen a estructurar las propuestas básicas de solución a la problemática planteada.

El proceso de diseño estructural contiene los siguientes aspectos: selección del sistema estructural, método de análisis que en este caso, se utilizó el programa SAS2000. El diseño se rigió por las recomendaciones del Reglamento para las construcciones de concreto estructural ACI. Cabe mencionar que en el diseño del alcantarillado sanitario se incluyen las obras se arte, conexiones domiciliarias, propuestas de tratamiento y el punto del desfogue. En este proyecto es necesario plantear un tratamiento para las aguas residuales, de manera que no se dañe o afecte al ambiente; para luego desfogar el efluente directamente a un cuerpo receptor.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de las aldeas San Pedro y El Bran, Conguaco, Jutiapa

1.1.1 Aspectos generales

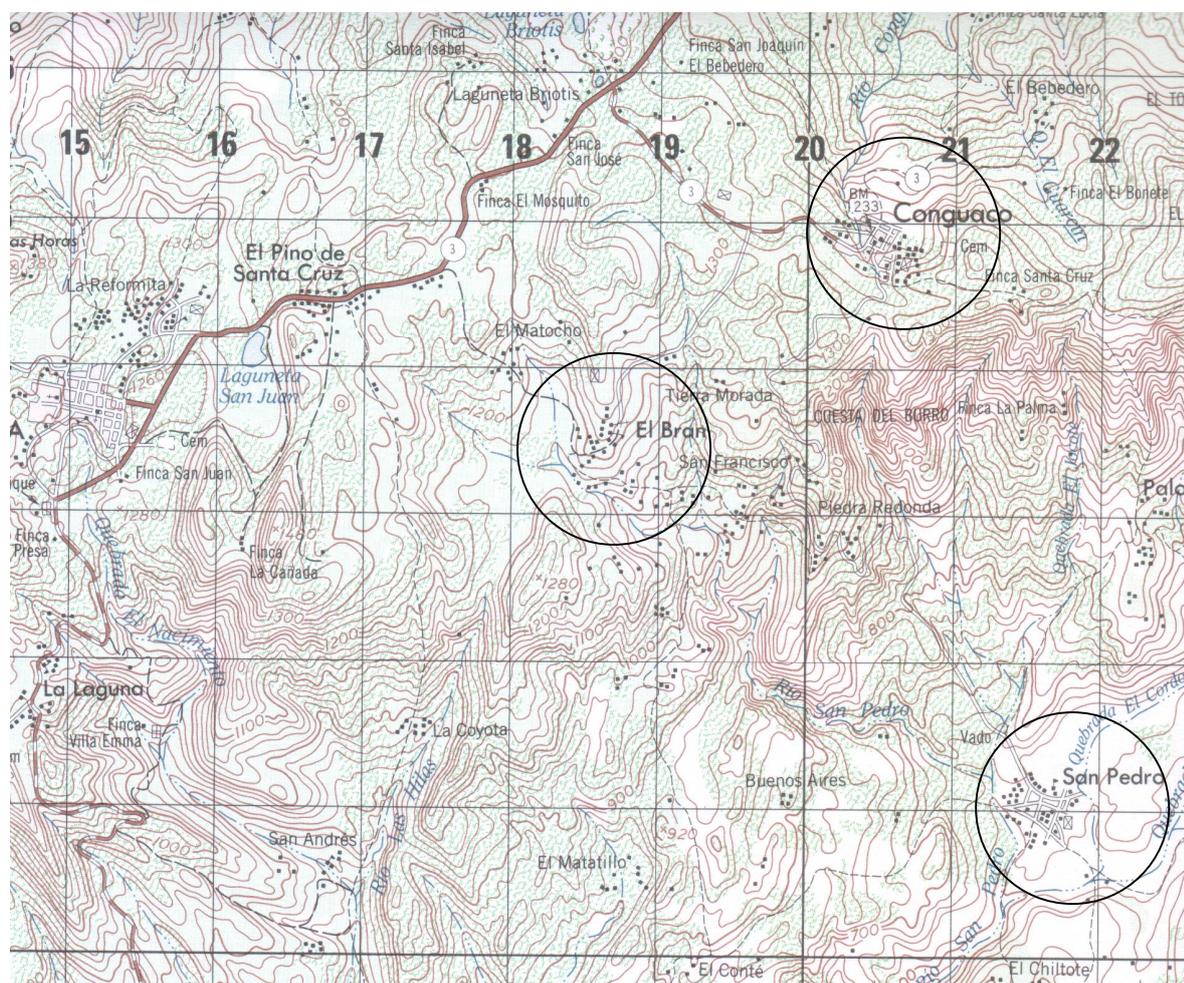
El municipio de Conguaco es uno de los 17 municipios que componen el departamento de Jutiapa. Durante el período hispánico se le conocía como San Pedro de Conguaco, por haberse puesto bajo la advocación de dicho apóstol. Conguaco tiene la categoría de pueblo, y su división político Administrativa es de 1 pueblo, 8 aldeas y 35 caseríos, tiene una extensión de 128 km². La Aldea **San Pedro** es la aldea más grande del municipio de Conguaco, la aldea de San Pedro ha crecido y continua creciendo tanto en población como en número de viviendas. La aldea El Bran presenta la más alta tasa de crecimiento poblacional del municipio de Conguaco, lo que provoca que las necesidades de servicios básicos se hagan evidentes. La mayoría de los pobladores de las aldeas El Bran y San Pedro se dedican a la agricultura.

1.1.2 Ubicación geográfica

El municipio de Conguaco se encuentra localizado, en la región Sur-oriente del departamento de Jutiapa, en la región sur-oriental del país. Limita al norte con el municipio de Jalpatagua, Jutiapa al Sur con El municipio de Moyuta, Jutiapa, Al este con el municipio de Jalpatagua, Jutiapa y la Republica de El Salvador, y al oeste con el municipio de Moyuta, Jutiapa. Conguaco se encuentra a una distancia de 32 Km. de la cabecera departamental de Jutiapa. Cuenta con una extensión de 128 Km². Y se encuadra a una altura de 1233 MSN, tiene una latitud de N. 14°05'00" y longitud de W. 90°03'33".

La aldea San Pedro de encuentra aproximadamente a 7 km de la cabecera municipal de Conguaco, sus coordenadas son latitud $14^{\circ}01'67''$ y longitud $90^{\circ}0.3'33''$. La aldea El Bran se encuentra aproximadamente a 3 Km. de la cabecera municipal de Conguaco, sus coordenadas son latitud $14^{\circ}03'33''$ y longitud $90^{\circ}05'00''$.

Figura 1: Mapa de localización de aldeas San Pedro y El Bran



1.1.3 Acceso

El municipio de Conguaco está ubicado a 122 Km. De la ciudad de Guatemala por la carretera CA-1 hasta el molino (Santa Rosa), luego se pasa por la carretera CA-8 hasta el Km. 100 cruce los mangos (Jalpatagua jutiapa) posteriormente 20 Km. en la carretera departamental que conduce

hacia Moyuta, Jutiapa, finalmente a partir del cruce briotis 2 Km. en dirección este hasta llegar a la cabecera municipal de **Conguaco**, Jutiapa. Para llegar a la aldea San Pedro se deben recorrer 7 Km. de tercerería a partir de la cabecera municipal, la aldea El Bran se encuentra aproximadamente a 3 km de la cabecera municipal.

1.1.4 Colindancias

Ubicada al sur oriente de la cabecera municipal de Conguaco la aldea San Pedro limita al norte con las aldeas el palo blanco y la piedra redonda, al sur con los caseríos el Chiltote y Alcaraban, al occidente con el caserío las flores, al oriente con los caseríos El Morital y La Granadilla. La aldea El Bran está ubicada al sur occidente de la cabecera municipal de Conguaco, colinda al norte con el caserío tierra morada, al sur con el caserío San Francisco, oriente con el caserío El Pinito y al occidente con el caserío el Matocho.

1.1.5 Climatología

Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología e Historia (INSIVUMEH), el municipio de Conguaco se encuentra situados en la zona climática de oriental en esta región se manifiestan climas de género cálido, con invierno seco variando su carácter a semiseco. La estación meteorológica más cercana es la estación Quezada, la cual registra una temperatura media anual de 22.4°C, una máxima promedio de 31.5°C y una mínima promedio de 15°C. La precipitación anual registrada es de 921.3mm. La humedad relativa registrada es de 78% y una velocidad del viento de 2km/hr.

1.1.6 Situación Demográfica

Según el último censo de población y de habitación realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio en general tiene una población de 16,390 habitantes. En lo referente a población por género, 8,287 son del género masculino, y 8,103 son del género femenino.

En cuanto a la aldea San Pedro, la población, según el censo era de 1,225 habitantes, 625 hombres y 599 mujeres, siendo ésta la aldea más grande del municipio. La aldea El Bran presentaba una población de 539 habitantes, 307 hombres y 278 mujeres.

1.1.7 Aspectos Económicos y Actividades Productivas

La economía del municipio y de las aldeas está impulsada principalmente por el sector agropecuario, siendo los principales cultivos el maíz y el frijol, maicillo acompañándose en menor proporción de café, arroz, etc. Los productos obtenidos por esta actividad son empleados para consumo familiar y para comercio aunque este último es en menor escala. En una menor escala los pobladores de las aldeas se dedican a al comercio de animales como vacas, cerdos y aves.

1.1.8 Infraestructura Economía y Servicios de Apoyo

La infraestructura que contribuye social y económicamente a la población es la siguiente:

- a. Sistema vial: La cabecera municipal de Conguaco se encuentra comunicada con el resto del país por carreteras debidamente asfaltadas. Tanto la aldea San Pedro como El Bran están comunicadas con la cabecera municipal por carreteras de tarracería.

- b. Transporte: La aldea San Pedro cuenta con servicio de bus, pero este es a menor escala, la mayor parte del servicio de transporte es prestado por Camiones y Pick-Ups. En la aldea El Bran el servicio de transporte es prestado únicamente por Camiones y Pick-Ups.
- c. Agua potable: Tanto la aldea San Pedro como la aldea El Bran cuentan con servicio de agua potable.

1.1.9 Comunicaciones

Existen teléfonos comunitarios y personales en cabecera municipal de Conguaco, no existe servicio telefónico en ninguna aldea, pero tanto en la aldea San Pedro como El Bran muchas personas cuentan con servicio de telefonía móvil.

1.1.10 Educación

La aldea San Pedro cuenta con escuela a nivel primario y un instituto básico, la aldea El Bran cuenta únicamente con escuela a nivel primario, para estudios a nivel básico la población concurre a la cabecera municipal.

1.1.11 Investigación diagnóstica, sobre las necesidades de Servicios básicos y de infraestructura de las aldeas San Pedro y El Bran, Conguaco Jutiapa

1.1.11.1 Identificación de las necesidades principales

La aldea San Pedro cuenta con ciertos servicios básicos, pero en la actualidad uno de los problemas más graves que afectan a la aldea es la sobre población en la escuela primaria, pues San Pedro es la aldea más poblada de todo el municipio de Conguaco. Según el último Censo realizado en el año 2002, por el Instituto Nacional de Estadística (INE). San Pedro

contaba con una población de 541 habitantes entre 0-14 años de vida, lo que en una escuela de 6 aulas nos da un total de 91 niños por aula en el año 2002, es importante mencionar de que esta escuela también sirve para niños que viven en pequeños caseríos que están cerca de la aldea. Todo lo expresado anteriormente nos hace pensar que en la actualidad las condiciones en que los niños reciben clases no son las adecuadas y pueden complicarse en un futuro.

Tomando en cuenta las razones explicadas anteriormente y tomando en cuenta que otro tipo de servicios básicos se encuentran siendo atendidos, se tomo la decisión de diseñar un edificio escolar de dos niveles para satisfacer las necesidades de la población estudiantil de la aldea San Pedro.

La aldea El Bran cuenta con casi todos los servicios básicos a excepción de un sistema de alcantarillado sanitario, las aguas servidas son desechadas directamente a los patios circunvecinos, recorriendo éstas, a flor de tierra. Lo anterior es perjudicial a los habitantes del lugar, ya que esta agua provoca olores desagradables y enfermedades intestinales afectando principalmente a menores y teniendo latente riesgos de epidemias.

Tomando en cuenta las razones explicadas anteriormente, se tomó la decisión de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Bran, Conguaco, Jutiapa.

2 FASE DE SERVISIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de un edificio escolar de dos niveles para la aldea San Pedro, Conguaco, Jutiapa.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de una edificación escolar de dos niveles que satisfaga las necesidades de la población escolar de la aldea San Pedro, Conguaco, Jutiapa.

La edificación contará con los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable. Contará con 18 aulas para enseñanza, área de administración, Salón de reuniones, área de servicios sanitarios, área de recreación y deportiva.

El tipo de estructura consiste en marcos dúctiles compuestos por vigas, columnas y losas planas de concreto armado, muros de block para la separación de ambientes, piso de cemento líquido, puertas de hierro y ventanas con marcos de hierro con vidrios claros.

2.1.2 Investigación preliminar

Se hizo una visita al lugar donde se encuentra la actual escuela, se pudo observar que existen aulas las cuales no cumplen con las recomendaciones del Ministerio de Educación, principalmente, porque son insuficientes para albergar a la gran cantidad de alumnos que tiene la aldea de San Pedro, también se pudo constatar que existe deterioro en alguna aulas.

Se corroboró que hay suficiente espacio para construir más aulas y que permite hacer un nuevo diseño, ya que se tiene la ventaja de contar con los servicios básicos de agua potable, drenaje y energía eléctrica.

2.1.3 Descripción del espacio disponible

2.1.3.1 Localización del predio

Al no contar la aldea San Pedro con nomenclatura de calles y avenidas, fue difícil describir la localización del terreno. El lugar en donde estará localizada la escuela se encuentra en la calle principal de la aldea San Pedro, del lado norte.

El predio se localiza en la calle principal aproximadamente a 100 metros de la iglesia y el quiosco en dirección al este.

2.1.3.2 Topografía del terreno

La topografía del terreno es totalmente plana y el terreno tiene forma rectangular, tomando en cuenta que aun se encuentran los muros de la antigua escuela rodeando el terreno, el terreno tiene un área de 1695.86m². El suelo firme, se localiza a 1m de altura.

Tomando en cuenta que el terreno es rectangular y que los muros de la antigua escuela están a escuadra a demás de ser un terreno plano, no hubo necesidad de realizar levantamiento topográfico.

2.1.4 Criterios que se usaron en el diseño del edificio escolar

2.1.4.1 Conjunto arquitectónico

El edificio escolar se diseñó con base a la capacidad máxima de alumnos por salón considerando área óptima por alumno y con respecto a su funcionalidad. Se consideró área de administración, baños, usos múltiples y áreas recreativas.

2.1.4.2 Emplazamiento

Para lograr un emplazamiento correcto debe existir una relación adecuada entre el área a construir y al área libre, incluidas en éstas, las áreas de recreación y áreas verdes, esto se logra cuando las superficies construidas en la planta baja permitan un fácil desplazamiento de los alumnos y el aprovechamiento de las áreas recreativas.

2.1.4.3 Orientación del edificio

El edificio está orientado de norte a sur tomando como punto de referencia el área de administración de la escuela. La ubicación de la escuela permite tener una buena iluminación y ventilación, tanto en la mañana como en la tarde. Las molestias que podría causar el sol, viento y lluvia son minimizadas tomando en cuenta el diseño de los pasillos.

2.1.4.4 Criterios de iluminación

Generalidades: Todo tipo de iluminación se divide en natural y artificial, la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- a. El número, tamaño y ubicación de las ventanas y las lámparas
- b. El diseño de las ventanas para la iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
- c. Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- d. Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.

2.1.4.5 Criterios de instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios educativos son las hidráulicas, sanitarias y eléctricas. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- a. Seguridad de operación
- b. Capacidad adecuada para prestar el servicio
- c. Servicio constante
- d. Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

Cuando no existan en el lugar las instalaciones sanitarias adecuadas, se debe prestar atención especial a estas instalaciones, para ver de qué forma se eliminan las aguas servidas o se opte por la construcción de una fosa séptica.

2.1.4.6 Criterios de Ventilación

La ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.

2.1.4.7 Criterios de color

El color es uno de los elementos que evita el reflejo y sobre todo ayuda a la optimización de la iluminación natural. En lugares donde la luz solar es muy intensa se recomienda usar colores fríos como verde, azul, gris, etc. Y en lugares donde la luz solar es menos intensa se recomienda usar colores cálidos como amarillo, anaranjado, etc.

2.1.5 Diseño arquitectónico

El conjunto de la escuela está compuesto por tres módulos(ver planos en anexos) de los cuales 2 están destinados al área de alumnos y uno al área administrativa aunque este cuenta con dos aulas. Los módulos de aulas miden 44mx9m mientras que el módulo de administración mide 14.60mx11m. Las aulas se diseñaron con capacidad de 33 alumnos, necesitando un área de 1.37 m² por alumno y un área de 45.37 m² por salón. Todos los salones tienen forma rectangular y miden 7.85mx5.78m. los servicios sanitarios tienen forma rectangular y miden 3.85mx5.78m, teniendo un área de 22.25 m², los pasillos tendrán un ancho de 2.92 m.

El diseño arquitectónico se realiza para obtener una buena distribución de ambientes y la forma de las mismas, para lograr una buena comodidad y que el edificio sea funcional.

2.1. 5.1 Ubicación de edificio en el terreno

Los módulos 1"A" y 1"B" están ubicados de oeste a este, mientras que el módulo 2 tiene una ubicación de norte a sur. La ubicación del edificio en el terreno se muestra en los planos (ver anexos).

2.1.5.2 Altura del edificio

Todos los módulos tienen una altura de 7.22m, las alturas de piso a cielo en ambos niveles es de 2.95m. Tomando en cuenta el grosor del piso usado y su base. Se decidió que la altura de piso a cielo fuera alta por el clima calido que prevalece en la Aldea.

2.1.5.3 Selección del sistema estructural a usar

Elegir un sistema estructural conlleva muchas consideraciones, las cuales determinan dos objetivos:

- a. Se debe cumplir con los requisitos de funcionamiento de la edificación.
- b. La estructura debe soportar las cargas en condiciones seguras.

Además, obedece a circunstancias prácticas y económicas. Existen sistemas que se desempeñan mejor que otros en las eventualidades sísmicas, por lo que se busca un equilibrio que favorezca todos los aspectos mencionados.

Para este proyecto, se eligió el sistema de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado.

2.1.5.3.1 Sistema de marcos rígidos

Está compuesto por vigas y columnas sin muro de carga, las vigas reciben el peso de losas y muros divisorios y se lo transmiten a las columnas, las que lo transmiten a las zapatas las que al final transmiten el peso al suelo. El sistema funciona como una unidad completa e independiente.

2.1.6 Diseño estructural

La escuela primaria de la aldea San Pedro se compone de tres módulos (módulo 1"A", módulo 1"B" y módulo 2), sin embargo, por razones de espacio en el presente trabajo sólo se detallará el diseño del módulo 1 "A".

2.1.6.1 Determinación del valor soporte del suelo

La capacidad soporte del suelo o valor soporte es la capacidad de un suelo de soportar una carga, sin que se produzcan fallas dentro de su masa, se mide en fuerza por unidad de área.

Luego de realizar la exploración de suelo se determinó que esté en área donde se encuentra ubicado el edificio escolar sea de tipo arcilloso duro.

Para determinar el valor soporte del suelo se utilizó la tabla I (valores soporte permisible del suelo) extraída de la tesis Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1 de Ingeniero **Jadenon Vinicio Cabrera Seis**.

Tabla I Valor soporte permisible según tipo de suelo		
Tipo de Suelo	T/m ²	Observaciones
Roca sana no intemperizada	645	No hay estructuras de grietas
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	107	Compactados, buena granulometría
Suelos gravillosos	86	Compactados con más del 10% de grava
Suelos gravillosos	64	Flojos, mala granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos Arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Según la tabla I, el valor soporte del suelo arcilloso duro es de **53 T/m²**. Sin embargo por razones de seguridad para el diseño de los cimientos del edificio escolar se utilizará un valor soporte de **21 T/m²**.

2.1.6.2 Análisis estructural

El análisis estructural estudia mediante diferentes métodos la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presentan en una estructura. Otro concepto de análisis estructural es la determinación de los efectos de las cargas aplicadas a una estructura.

Para este proyecto se utilizó el programa para computadoras sap2000 Educacional, para la realización del análisis estructural. Una breve descripción del programa se muestra más adelante.

2.1.6.2.1 Predimensionamiento de elementos estructurales

Predimensionar la estructura es darle medidas preliminares a los elementos que la componen, es decir, los que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para esto se puede recurrir a la experiencia en obras similares y utilizar métodos cortos. En este caso se aplican los métodos siguientes:

2.1.6.2.1.1 Predimensionamiento de vigas rectangulares

Para el predimensionamiento de las vigas rectangulares, el código ACI contempla peraltes mínimos en vigas, para una rigidez adecuada sin grandes deflexiones.

Tabla II. Peraltes mínimos para vigas

PERALTES MÍNIMOS PARA VIGAS, h				
Elemento	Simplemente apoyado	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En Voladizo
	Elementos que no soportan, o están ligados, a divisiones u otro tipo construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones			
Vigas	L/16	L/18.5	L/21	L/8

La tabla anterior, calcula el peralte de viga, dependiendo este de la luz (L) que cubre la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador utilizándose en este caso 30 cm. En este caso se calculara la viga critica,

que es la que tiene mayor longitud a rostros internos, quedando las otras de igual sección.

Se aplican varios criterios de diseño, que depende de la luz que cubre la viga y la clase de apoyo que la sostienen. Dentro de los criterios están los siguientes:

- a. Según la recomendación del reglamento ACI 318-99, ver tabla I
- b. 8 cm. Por cada metro de luz.

a) Peralte de viga: (tabla 1) = $\frac{L}{18.5} = \frac{5.55}{18.5} = 0.30m$

b) Peralte de viga = $L \times 0.08 = 5.55 \times 0.08 = 0.44m$

Al realizar un promedio entre ambos criterios resulta un valor de 0.37m.

Por seguridad se tomará una altura de 0.40m, y una base de 0.30m

Sección de viga = 0.30m x 0.40m

2.1.6.2.1.2 Predimensionamiento de columnas

Recomendaciones iniciales para predimensionar columnas:

- a. Columnas rectangulares: La dimensión menor debe ser mayor de 20 cm. El área total debe ser de 400 cm² como mínimo.
- b. Columnas circulares: Por lo menos 25 cm de diámetro.

El método utilizado para predimensionar las columnas, calcula la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón,

se toma la columna crítica, o sea, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás columnas.

Las fórmulas que se utilizan para predeterminar las dimensiones de las columnas son las siguientes:

$$P=0.8 \times (0.225 \times F'c \times Ag + Fy \times As)$$

Donde:

P = carga máxima

F'c = resistencia a del concreto a la compresión

Ag = área transversal de la columna

Fy = límite de fluencia del acero

As = área de acero

Donde As oscila entre:

1 % Ag y el 8% Ag

$$P = \text{Área tributaria} \times \text{peso del concreto} = (17.4 \times 2400 = 41,760 \text{kg})$$

Usando un As de 0.01Ag entonces queda:

$$41,760 = 0.80 \times [(0.255 \times 210 \times Ag + (2810 \times 0.01 \times Ag)]$$

$$Ag = 681.46 \text{ cm}^2$$

Tomando en cuenta que las columnas del primer nivel soportan a las columnas del segundo nivel, se tomará un área de 40x30 cm.

2.1.6.2.1.3 Dimensionamiento de losas

Lo que se calcula es el peralte o grosor de la losa. El método usa como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en cuatro lados y trabajan en dos direcciones, pero se tiene dos medidas de losas, por tanto, se toma la losa crítica y el espesor (T) resultante se usa en ambas.

$$T.Losa = \frac{\text{Perímetro de losa}}{180}$$

$$T.Losa = \frac{(3.70 + 3.70 + 5.55)}{180}$$

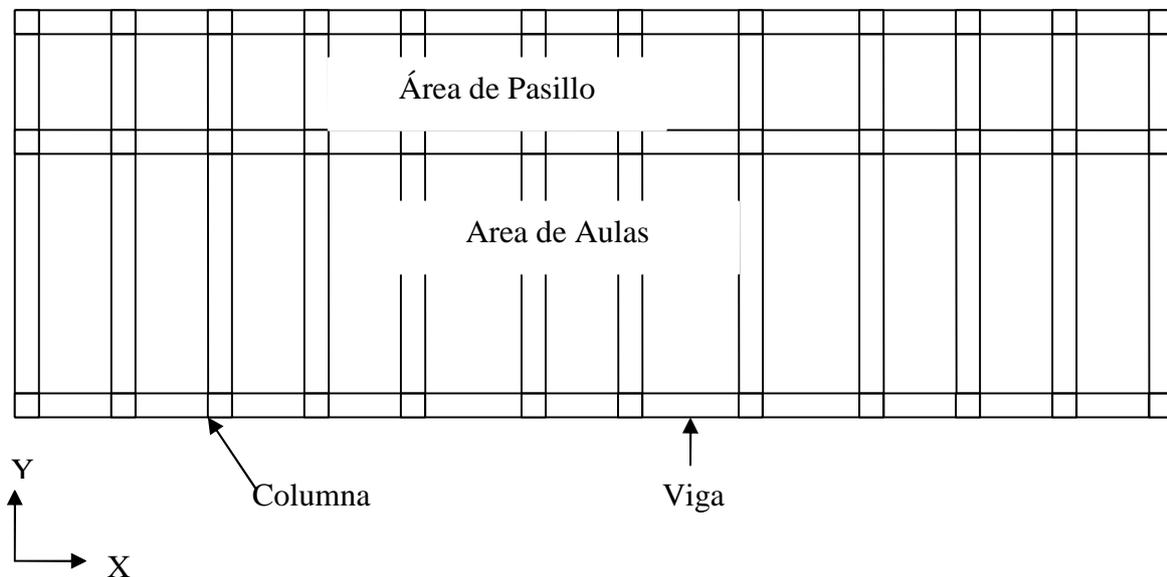
$$T = 11 \text{ cm}$$

2.1.6.2.1.4 Dimensionamiento de cimientos

Para la cimentación se usaron zapatas aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

De los resultados de predimensionamiento se obtiene la figura1, donde se muestra la planta típica con su respectiva distribución de vigas y columnas. En la figura 2 se detallan las áreas tributarias utilizadas en la integración de cargas.

Figura 2 Planta típica Niveles 1 y 2 módulo1 "Ay B"



Secciones de vigas = 0.30X0.40m

Secciones de columnas = 0.30X0.30m

Figura 3 Áreas Tributarias Módulo 1 "A"y"B"

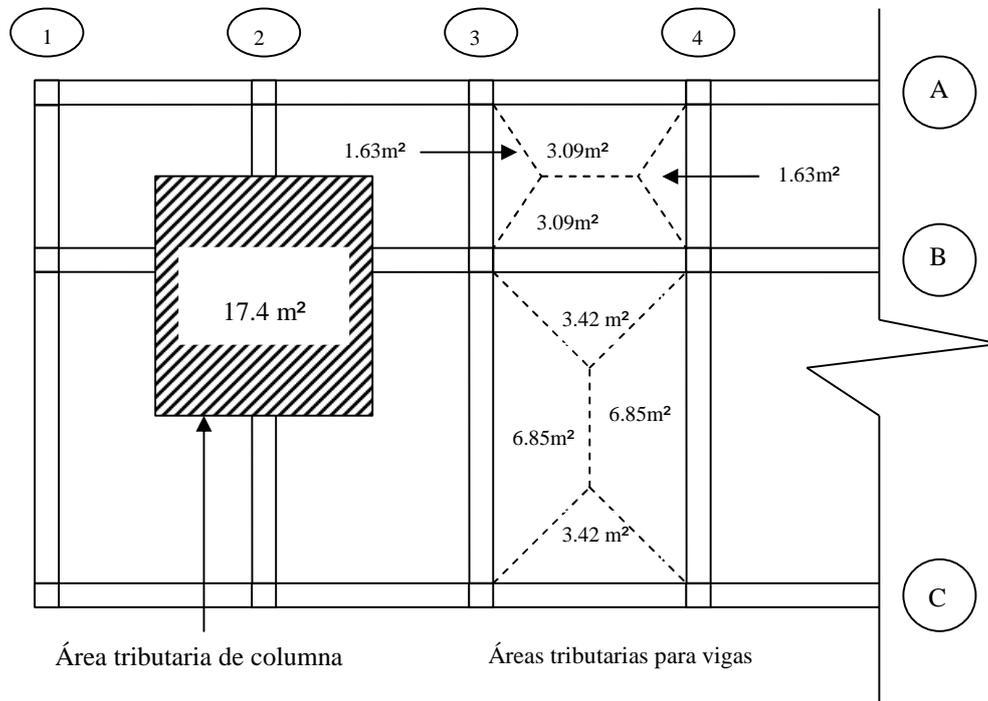


Figura 4 Marco típico Sentido "X" eje "B"

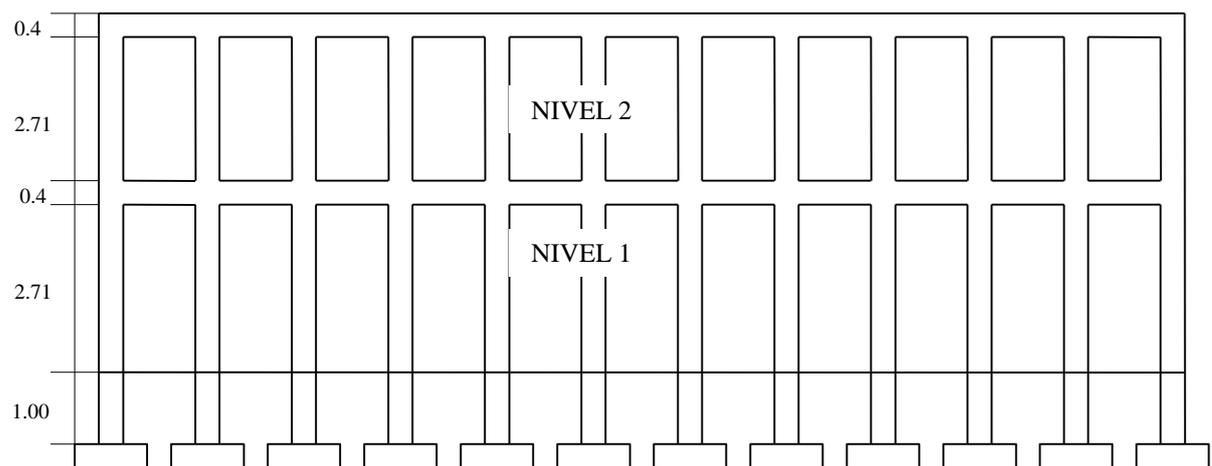
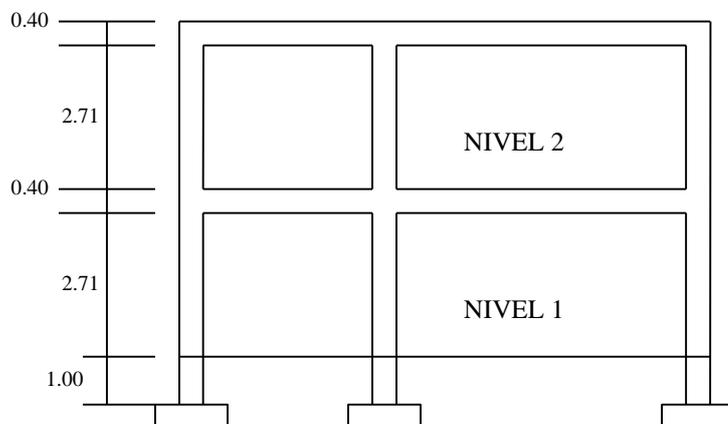


Figura 5 Marco típico Sentido “Y” eje 4



2.1.6.2.1.5 Modelo matemático de marcos dúctiles

El modelo matemático de un marco dúctil, es una gráfica que representa tanto la forma como las cargas que soportan el marco y qué sirve para hacer el análisis estructural del mismo.

Las figuras 5 y 6 muestran los modelos matemáticos de los marcos dúctiles en sentido X y en sentido Y de los ejes y 6 respectivamente. La integración de las cargas se muestra en la sección 2.1.6.3.

Figura 6 Modelo matemático, marco típico eje “B” Sentido “X”

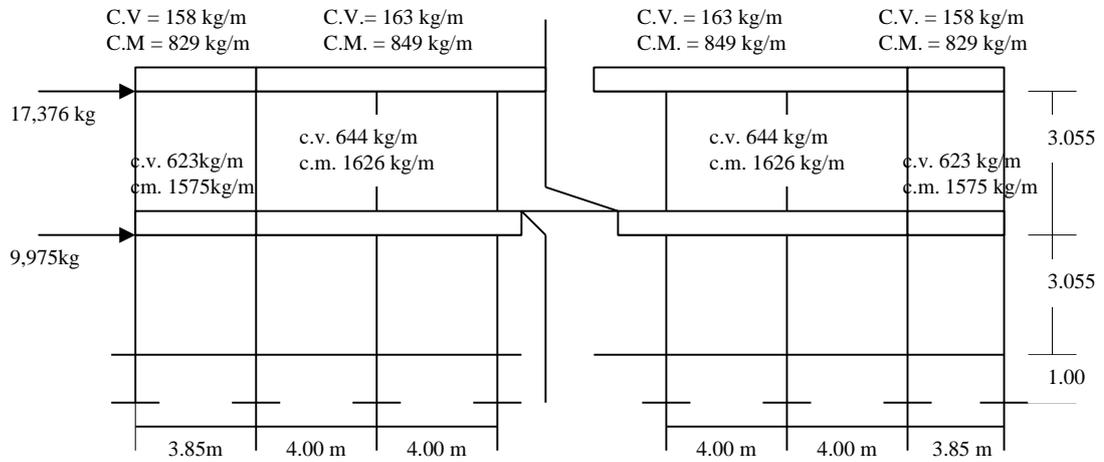
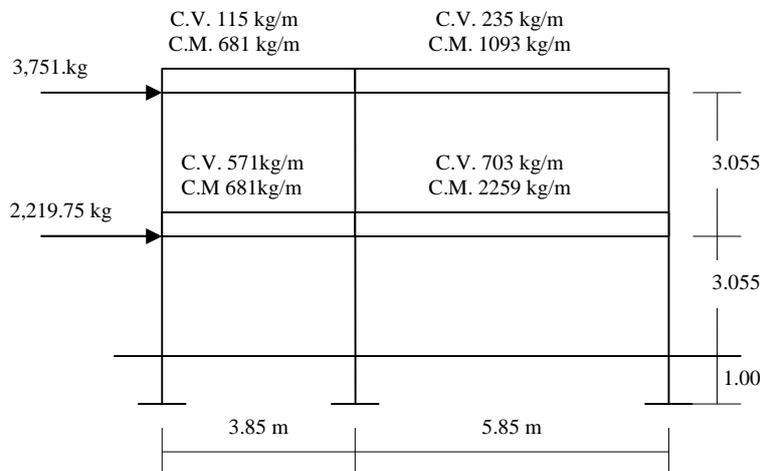


Figura 7 Modelo matemático marco típico eje 4 Sentido “Y”



2.1.6.3 Cargas aplicadas a marcos dúctiles

Existen dos tipos de cargas en una estructura, de acuerdo con la dirección de su aplicación se divide en: cargas verticales y cargas horizontales.

2.1.6.3.1 Cargas verticales

También son llamadas cargas de gravedad, las cargas verticales se dividen en cargas vivas y cargas muertas.

2.1.6.3.1.1 Cargas vivas

Las cargas vivas son cargas ocasionales, tales como el peso de personas, mobiliario, equipo, maquinaria, etc.

2.1.6.3.1.2 Cargas muertas

Las cargas muertas son aquellas que permanecen constantes, inamovibles y permanentes dentro de las estructuras, generalmente está constituida por el peso propio de los elementos que integran la estructura.

Los valores que se usan en este caso, para las cargas verticales son:

CARGAS MUERTAS

Peso del concreto = 2400 kg/m^3

Peso de acabados = 80 kg/m^2

Peso de muros = 210 kg/m

CARGAS VIVAS

En techo = 100 kg/m^2

En aulas = 300 kg/m^2

En pasillos = 500 kg/m^2

Las cargas linealmente distribuidas para posteriormente realizar el análisis estructural, se calculan tomando en cuenta los valores anteriores, la geometría de las plantas y siguiendo el procedimiento siguiente:

Datos:

C.M. = carga muerta

C.V. = carga viva

W. Losa = Carga linealmente distribuida ejercida por la losa en el marco.

W. Viga = Carga linealmente distribuida ejercida por la viga en el marco.

W. muro = Carga linealmente distribuida ejercida por el muro en el marco.

W.acabados = Carga linealmente distribuida ejercida por los acabados en el marco.

Marco dúctil típico sentido "Y"

C.M. = W.Losa + W.Viga + W,muro + W.acabados

C.M. = (área tributaria * 2)*(espesor de losa)*(peso de concreto)/(longitud de viga) + (sección de viga)*(peso del concreto)+(peso de muro)*(longitud de muro) +(área tributaria *2)*(peso de acabados)/ (longitud de viga)

Nivel 1 tramo A – B

$$C.M = \left[\frac{(1.63 \times 3) (0.11 \times 2400)}{2.85} + (0.30 \times 0.45 \times 2400) + \frac{(1.63 \times 2 \times 0.80)}{2.85} \right] = 0 \quad 0 \quad 1 \quad 359.04 \quad 351.449$$

C.M. = 681kg / m

C.V = W.pasillo

$$C.V = \left[\frac{(1.63 \times 1.5 \times 2400)}{2.85} \right] = 156.18 \quad 47.70 \quad 110.24 \quad 27.464 \quad 260.81498 \quad 260.8498$$

$$C.V = \left[\frac{(1.63 \times 2 \times 0.80)}{2.85} \right] = 0.89 \quad 1.222339762837698 \quad 1.698 \quad 1.698 \quad 1.698$$

C.V = 571.00 kg/m

Nivel 1 tramo B – C

$$C.M = \left[\frac{(1.63 \times 2) (0.11 \times 2400)}{5.85} + (0.30 \times 0.45 \times 2400) + \frac{(6.85 \times 2 \times 80)}{5.85} + (5.85 \times 1200) \right] = 1528.325 \quad 1649$$

C.M = 2,259.00 kg / m

$$C.V = \left[\frac{(6.85 \times 2) (300)}{5.85} \right]$$
$$C.V = 703.00 \text{ kg/m}$$

La figura 2 muestra los valores de las áreas tributarias, y la figura 6 muestra los valores de las cargas distribuidas en el marco dúctil típico.

Los demás valores de cargas distribuidas que se observan en los marcos dúctiles típicos siguientes, fueron calculados usando el procedimiento anterior (ver figuras 5 y 6)

2.1.6.3.2 Cargas horizontales

Son aquellas que actúan perpendicularmente a la línea de acción de la gravedad. Estas son producidas por sismo, viento o impacto, siendo puramente dinámicas, mientras que las cargas verticales son estáticas. Regularmente solo se considera en análisis estructural una de las cargas mencionadas, ya que los fenómenos naturales que provocan no se presentan simultáneamente.

2.1.6.3.2.1 Cargas de sismo

Guatemala se caracteriza como una zona sísmica, por tal razón, se diseñan los edificios tomando en cuenta éste fenómeno. Para este caso se utiliza el método de SEAOC. Para encontrar las fuerzas producidas por el sismo.

MÉTODO DEL SEAOC

Este método nos permite calcular el corte en la base de una estructura.

Corte basal (V): Es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

$$V = Z \times I \times C \times S \times K \times W$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona sísmica, para la zona central Z = 1.

I = tipo de ocupación de la obra y sus características, para este caso usar 1.40

C = coeficiente que depende del período natural de vibración y esta dado por:

$$C = \left[\frac{1}{15 \times \sqrt{t}} \right] \quad t = \left[\frac{\text{Espesor de losa} \times H}{\sqrt{B}} \right]$$

H = altura del edificio

B = base del edificio

t = período natural de vibración

k = factor que refleja la ductilidad de la estructura = 0.67

S = factor que depende del tipo de suelo donde se cimienta la estructura, si se desconoce usar 1.50. Chequear C*S = 0.14, si el producto de estos coeficientes exceden este valor, tomar 0.14.

W = peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

Nota: un sismo, no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio, por tal razón se necesita evaluar el corte basal, tanto en el sentido longitudinal como transversal. Con los valores resultantes se puede diseñar la estructura contra un sismo y en cualquier dirección.

El valor de “C” se determina, en sentido “X” y en sentido “Y”, de la siguiente forma:

$$C = \left[\frac{1}{15 \times \sqrt{t}} \right] \quad t = \left[\frac{\text{Espesor de losa} \times H}{\sqrt{B}} \right]$$

Sentido “X”

$$t_x = \left[\frac{0.11 \times 7.22}{\sqrt{44}} \right] = 0.1197 \quad C_x = \left[\frac{1}{15 \times \sqrt{t}} \right] = 0.1927$$

Sentido “Y”

$$t_y = 0.2647 \quad C_y = 0.1296$$

Cálculo de W $W = W_{\text{nivel1}} + W_{\text{nivel 2}} + W.CV.*0.25$

Donde: W = peso de cada elemento analizado

$$W. \text{ nivel 1} = W. \text{losas} + W. \text{vigas} + W. \text{columnas} + W. \text{muros} + W. \text{acabados} + 0.25C.V.$$

$$W. \text{ nivel 1} = 75,551\text{kg} + 62,901\text{kg} + 31,906\text{kg} + 56,691\text{kg} + 21,396\text{kg} + 28,517\text{kg} = 284,148 \text{ kg.}$$

$$W. \text{ nivel 2} = 271,794 \text{ kg.}$$

$$W \text{ total} = 555,897 \text{ kg}$$

Chequeo de $C \times S \leq 0.14$

$$C.X \times S = 0.1927 \times 1.50 = 0.29$$

$$C.Y \times S = 0.1296 \times 1.50 = 0.19$$

Como ambos productos no cumplen, se tomará entonces $C \times S = 0.14$, por lo tanto:

$$V = V_X = V_Y$$

$$V = Z \times I \times C \times S \times W$$

$$C = 1 \times 1.40 \times 0.14 \times 0.67 \times 555,897 = 73,000.39\text{kg}$$

FUERZAS POR NIVEL

Se calcula utilizando la fórmula:

$$F_{ni} = \left[\frac{(V - F_t \times W_{Hi})}{\sum W_i \times H_i} \right]$$

Donde:

F_{ni} = Fuerza por nivel

V = corte basal

F_t = Fuerza de techo, cuando t (período natural de vibración) es menor que 0.25, entonces $F_t = 0$

$$\text{Si } t \geq 0.25 \quad F_t = 0.007 \times t \times V$$

$$F_t \text{ respecto a "X" } T_X = 0.1197$$

$$F_t = 0$$

$$V = V_X = V_Y$$

$$F_t \text{ respecto a "Y" } T_Y = 0.2647$$

$$F_t = 0.007 \times 0.2647 \times 73,000.39 = 1,352.62 \text{ kg}$$

Tabla III Peso de la estructura por nivel

NIVEL	W_i	H_i	$W_i \cdot H_i$
1	284,148.00	4.055	1,152,220.14
2	271,749.00	7.165	1,947,081.59
			3,099,301.73

Fuerza por nivel respecto de "Y"

$$F_{n1} = \left[\frac{(73,000.39 - 1,352.62 \times 1,152,220.14)}{3,099,301.73} \right]$$

$$F_{n1} = 26,637 \text{ kg}$$

$$Fn2 = \left[\frac{(73,000.39 - 1,352.62 \times 1,947,081.59)}{3,099,301.73} \right]$$

$$Fn2 = 45,012kg$$

Fuerza por nivel respecto a "X"

$$Fn1 = \left[\frac{(73,000.39 \times 1,152,220.14)}{3,099,301.73} \right]$$

$$Fn1 = 27,139.18kg$$

$$Fn1 = \left[\frac{(73,000.39 \times 1,947,081.59)}{3,099,301.73} \right]$$

$$Fn2 = 45,81.21kg$$

FUERZAS POR MARCO

En la estructura se calculará dividiendo la fuerza por nivel entre el número de marcos paralelos a esta fuerza. Si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos son asimétricos se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

a. Fuerzas por marco (F.m.) sentido Y-Y

El edificio es simétrico en "Y", por lo que la fuerza por marco será igual al

Producto de la división de la fuerza por nivel entre el número de marcos en el sentido "Y".

Segundo nivel

La fuerza del segundo nivel debe incluir F_t

$$F.m = \frac{(Fn2 + Ft)}{\# \text{ de marcos}} = \frac{(45,012kg - 0)}{12} = 3,751.00kg$$

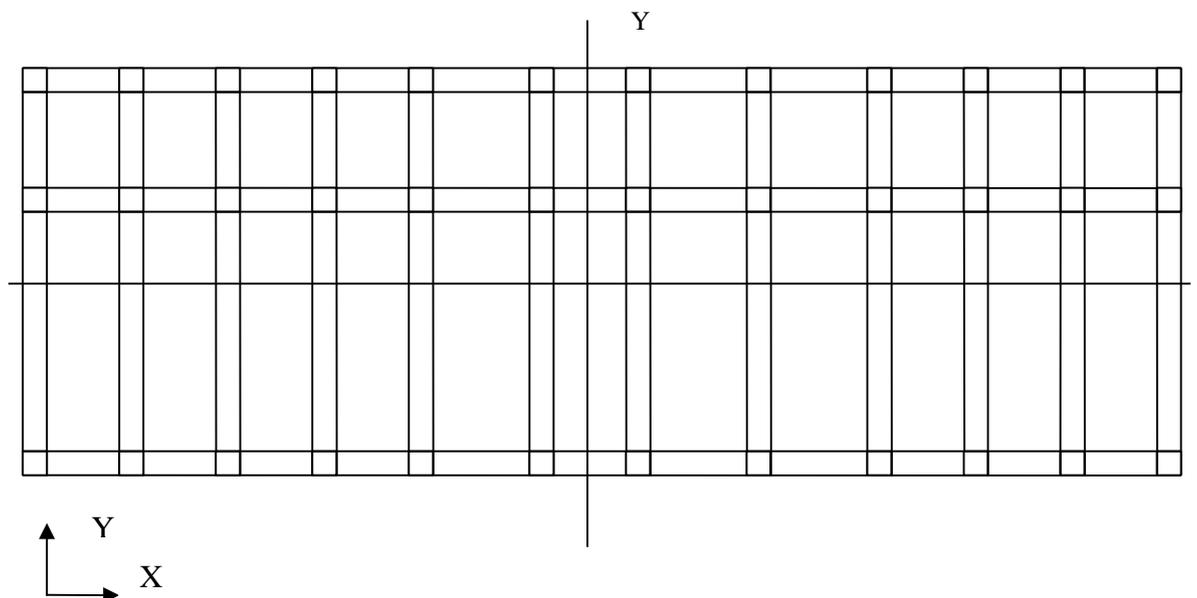
Primer nivel

$$F.m = \frac{Fn2}{\# \text{ de marcos}} = \frac{26,637 \text{ kg}}{12} = 2,219.75 \text{ kg}$$

b. Fuerzas por marco (F.m.) sentido X-X

No existe simetría en x, porque el centro de masa tiene dos marcos en la parte de arriba, por lo que hay torción, esto se puede observar en la figura 7. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, estas fuerzas tendrán un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Figura 8: Simetría del edificio escolar



Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y cada muro del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de la rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a un edificio de un nivel a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \left[\frac{1}{\frac{P \times h^3}{3 \times E_c \times I} + \frac{1.2 \times P \times h}{AG}} \right]$$

$$\text{Donde: } I = \frac{b \times h^3}{12}; \quad E_c = 15,100 \times \sqrt{F'_c} \quad G = 0.40E$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \left[\frac{1}{\frac{P \times h^3}{12 \times E \times I} + \frac{1.2 \times P \times h}{AG}} \right]$$

Donde:

K = rigidez de la columna

P = Carga asumida, generalmente 10,000 kg

h = altura del muro o columna analizada

E_c = módulo de elasticidad del concreto

I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y simétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza de torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza transversal).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = \left[\frac{K_m \cdot F_n \cdot e}{\sum \text{de marcos}} \right]; \quad F_i'' = \left[\frac{F_n \cdot e}{E_i} \right]; \quad E_i = \left[\frac{K_m \cdot d_i^2}{K_m d_i} \right]$$

Donde:

K_m = rigidez del marco

$\sum K$ = es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

d_i = distancia del CR a marco considerado

F_n = Fuerza por nivel

e = excentricidad

Segundo nivel

Rigidez de columna X-X la fórmula de voladizo por ser último nivel

$$K = 0.15$$

Como la sección de las columnas son las mismas en los marcos:

$$K_m = 12 \times 0.15 = 1.8$$

Tabla IV Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel

Marco	K	L	KL
1	1.8	8.7	15.66
2	1.8	2.85	5.13
3	1.8	0	0
Sumatoria	? 5.4		? 20.79

CR = centro de rigidez

L = distancia del marco de referencia hasta el centro de los marcos analizados

$$CR = \frac{\sum KL}{\sum K} = 3.85 \quad Cm = \text{centro de masa}$$

$$Cm = 4.35$$

$$e = Cm - CR \quad e = \text{excentricidad}$$

$$e = 0.5$$

Tabla V Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	KM	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	EI	Fi'	Fi''	Fm
1	1.8	4.85	8.73	76.21	14.60	15,288	1,571	16,859
2	1.8	-1	-1.8	3.24	-70.82	15,288	-324	14,969
3	1.8	-3.85	-6.93	48.02	-18.39	15,288	-1,247	14,041
	? 5.4			? 127.47				

Si el valor de $F_m <$ que F_i' como la fuerza de marco. Si el valor $F_m >$ F_i'' , F_m será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

Primer nivel

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada por ser primer nivel de un edificio multinivel.

$$K = 0.25$$

$$K_m = 12 \times 0.25 = 3$$

Tabla VI Cálculo del centro de rigidez en el primer nivel

Marco	K	L	KL
1	3	8.7	26.10
2	3	2.85	8.55
3	3	0	0
Sumatoria	? 9		? 34.65

CR = centro de rigidez

$$CR = \frac{\sum KL}{K} = 3.85 \quad C_m = 4.35$$

$$e = C_m - CR$$

$$e = 0.5$$

Tabla VII Fuerza por marco por torsión del primer nivel

	KM	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	EI	Fi'	Fi''	Fm
1	3	4.85	14.55	211.70	24.34	9,047	558	9,605
2	3	-1	-3	9	-118.03	9,047	-191.61	8,856
3	3	-3.85	-11.55	133.40	-30.66	9,047	-737.9	8310
	? 9			? 354.10				

Si el valor $F_m < F_i'$ se debe tomar F_i' como la fuerza de marco. Si el valor $F_m > F_i''$ será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

2.1.6.3.3 Análisis de marcos

Luego de la integración total de las cargas, se procede al análisis estructural para la determinación de las fuerzas y deformaciones que se presenta en una estructura a través del programa SAP2000 educacional.

El nombre del SAP ha sido sinónimo de “El Estado del Arte en métodos avanzados de análisis de Estructuras” desde su institución hace más de 30 años. SAP2000 Educacional mantiene su tradición ofreciendo un interfaz muy sofisticado, intuitivo y versátil, la cual se ha potenciado con dispositivos, herramientas únicas y ayudadas en el análisis y diseño. De gran aplicabilidad para los ingenieros y proyectistas que trabajan en el desarrollo de proyectos de transportes, infraestructura, industria, deportes y otros.

SAP2000 Educacional es un programa completamente integrado que permite la creación de modelos, la modificación, la ejecución del análisis, la optimización del diseño, y la revisión de los resultados dentro de un solo

interfaz. SAP2000 es un programa de análisis, elástico lineal y de segundo orden, de estructuras, por medio del método de los elementos finitos, que incluye un post-procesador gráfico para la presentación de resultados.

El método de los elementos finitos es una de las más importantes técnicas de simulación y seguramente las más utilizadas en las aplicaciones industriales.

En el análisis estructural, el método de elementos finitos puede ser entendido como una generalización de estructuras al análisis de sistemas continuos. El principio del método consiste en la reducción del problema con infinitos grados de libertad, en un problema finito en el que intervenga un número finito en que intervenga un número finito de variables asociadas a ciertos puntos característicos (nodos). Las incógnitas del problema dejan de ser funciones en un número infinito de puntos.

Así pues, en el método de elementos finitos, se supone que el comportamiento mecánico de cada parte o elementos en los que se subdivide, queda definido por un número finito de parámetros (grados de libertad) asociados a los puntos, que en dicho momento se une al resto de los elementos de su entorno (nodos). Para definir el comportamiento en el interior de cada elemento se supone que dentro del mismo, todo queda perfectamente definido a partir de lo que sucede en los nodos a través de una adecuada función de interpolación.

El desarrollo del método de elementos finitos como una herramienta de análisis fue iniciado esencialmente con el advenimiento de las computadoras electrónicas digitales.

Antes de efectuar el análisis estructural, el programa permite ingresar las diferentes combinaciones que establece el reglamento de construcciones de concreto reforzado para diferentes determinar la carga de diseño crítica.

En este caso se usaron las siguientes combinaciones que recomienda el ACI:

$$Co1 = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV$$

Cuando se consideran efectos de sismo se tiene que:

$$Co = 0.75 \times (1.4 \times CM + 1.7 \times CV \pm 1.87CS)$$

$$Co2 = 1.05 \times CM + 1.28 \times CV + 1.40 \times CS$$

$$Co3 = 1.05 \times CM + 1.28 \times CV - 1.40 \times CS$$

$$Co = 0.90 \times CM \pm 1.43 \times CS$$

$$Co4 = 0.90 \times CM + 1.43 \times CS$$

$$Co5 = 0.90 \times CM - 1.43 \times CS$$

Donde:

Cs = carga de sismo

Co = combinación

Definido el modelo matemático y las combinaciones correspondientes a los marcos dúctiles eje B y eje 4, paralelos al eje X y eje Y respectivamente, se procedió a la realización del análisis estructural por medio del programa SAP2000 Educacional, obteniendo los resultados que se muestran en las figuras siguientes:

Figura 9 Momentos flexionantes últimos (kg-m) en vigas marco típico eje 4 sentido "Y"

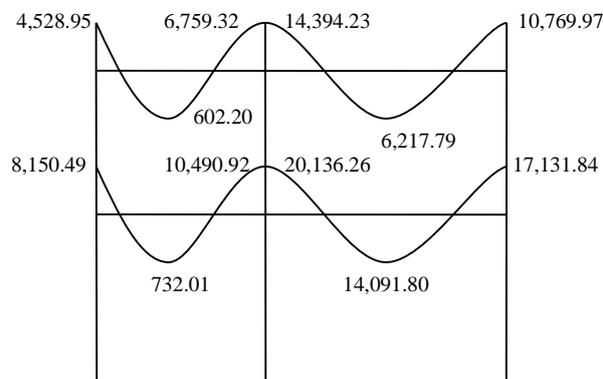


Figura 10 Momentos flexionantes últimos (kg-m) en columnas marco típico eje 4 sentido "Y"

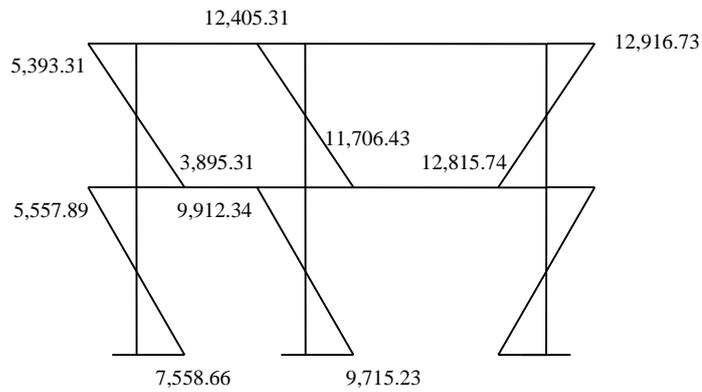


Figura 11 Diagrama de cortes últimos (kg) en vigas marco típico eje 4 sentido "Y"

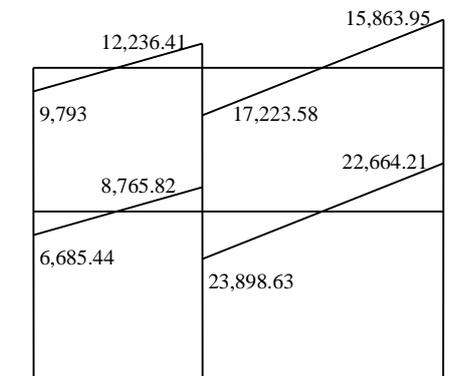


Figura 12 Diagrama de cortes últimos (kg) en columnas marco típico eje 4 sentido "Y"

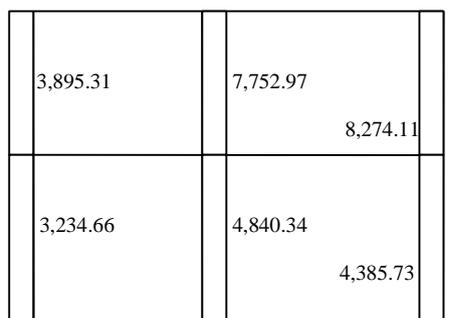


Figura 13 Momentos flexionantes últimos (kg-m) en vigas, marco típico eje "B" Sentido "X"

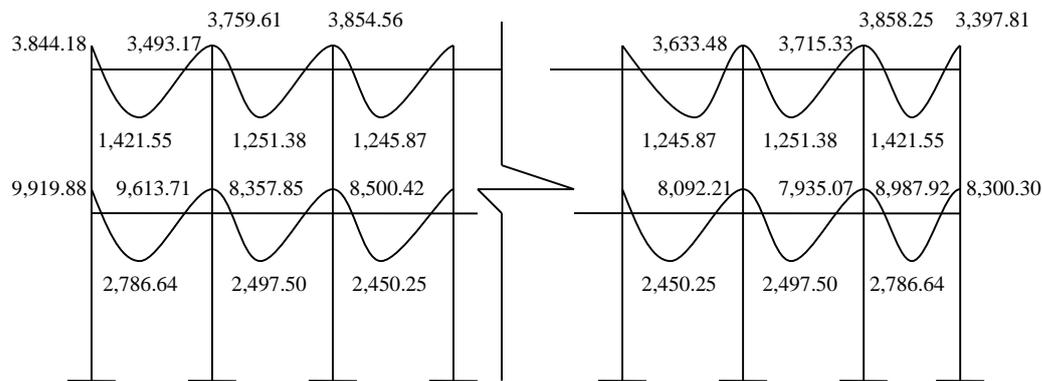


Figura 14 Momentos flexionantes últimos (kg-m) en columnas, marco típico eje "B" Sentido "X"

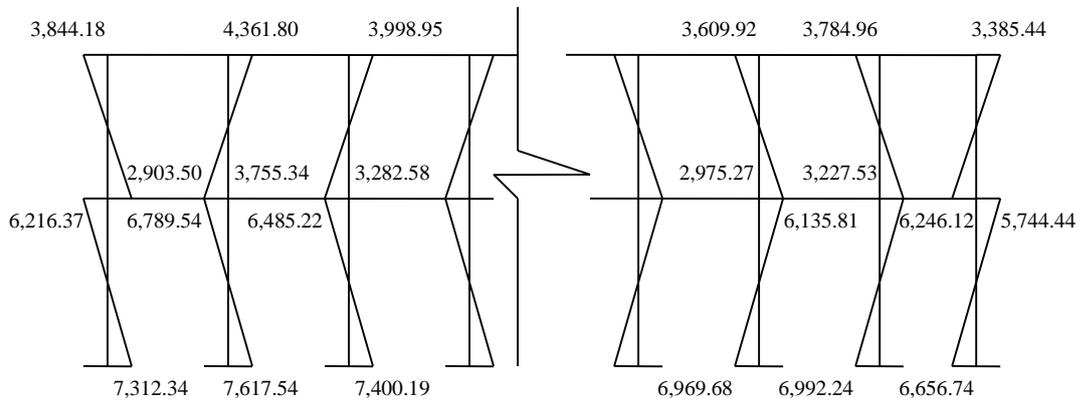


Figura 15 Diagrama de cortes últimos (kg) en vigas, marco típico eje "B" Sentido "X"

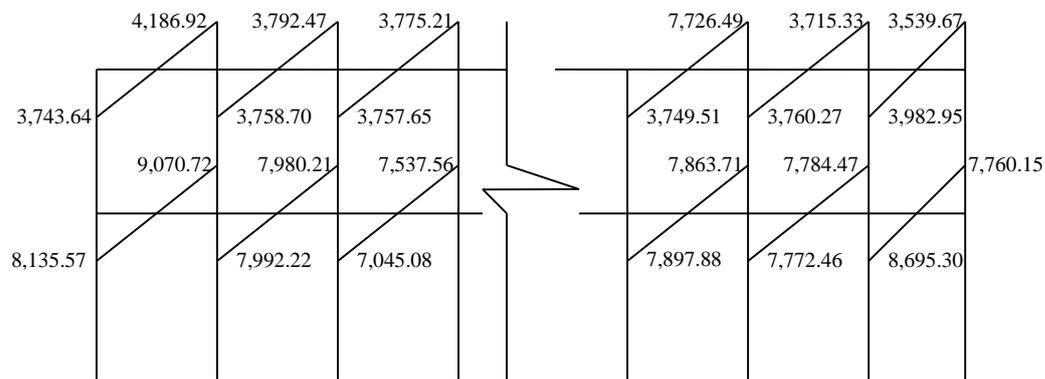
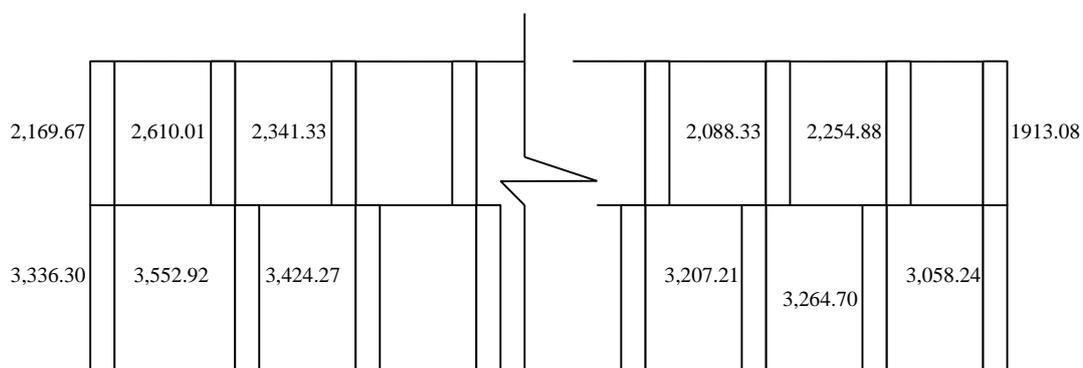


Figura 16 Diagrama de cortes últimos (kg) en columnas, marco típico eje "B" Sentido "X"



2.1.6.4 Dimensionamiento de elementos

La característica particular más importante de cualquier elemento estructural es su resistencia real, la cual debe ser lo suficientemente elevada para resistir, con algún margen de reserva, todas las cargas previsibles que puede actuar sobre aquél durante la vida de la estructura, sin que se presente falla o cualquier otro inconveniente. Por tanto el diseño estructural es la actividad que se realiza por medio de una serie de cálculos, con el fin de dimensionar los elementos, es decir, seleccionar las dimensiones del concreto y la cantidad de refuerzo, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, utilizando cargas considerablemente mayores que se espera que actúen en la realidad durante el servicio.

Para el diseño estructural de este edificio, se usan las siguientes especificaciones generales de los materiales a utilizar:

$$F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Se utilizaron los siguientes recubrimientos en:

Vigas = 0.004 m

Losas = 0.025 m

Columnas = 0.03 m

Cimientos = 0.075 m

2.1.6.4.1 Diseño de losas

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales o como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

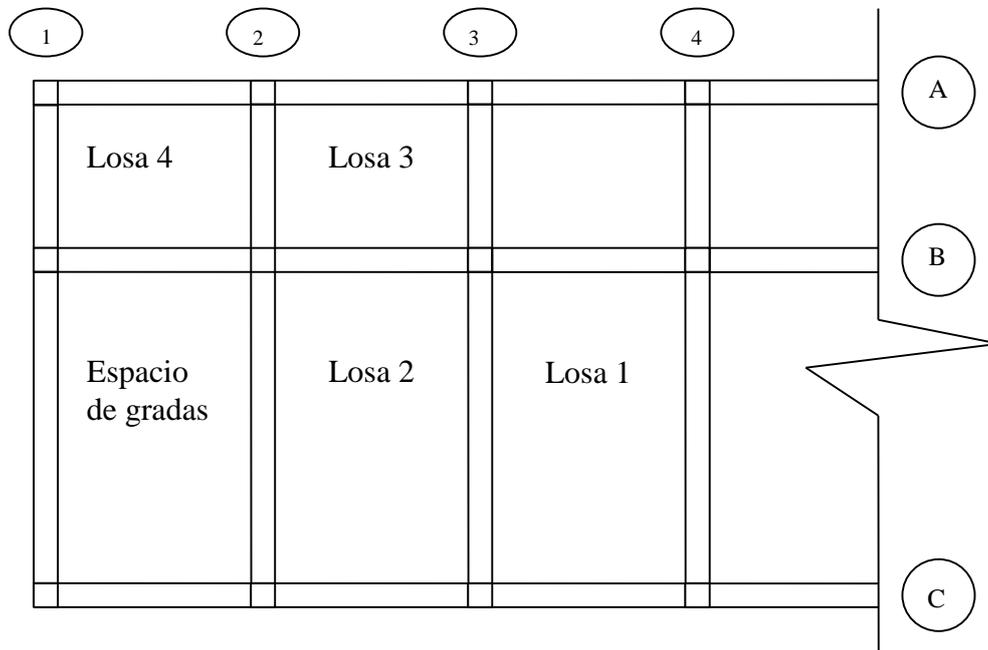
En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superiores e inferiores son paralelas o casi paralelas entre si. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (y se construye por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua.

Para el diseño de losas se usó el método 3 del ACI, el cálculo del espesor de losa se presenta en la **sección 2.1.6.2.1.3**.

La figura 8 muestra una parte de la planta típica de distribución de losas del nivel 1, los datos de cargas viva y muerta se usaron los que se presentan en la sección 2.1.6.3.1.

La relación $m = A/B$, define si la losa trabaja en uno o dos sentidos, si $m \leq 0.50$, entonces la losa trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabaja en un sentido. A lado menor de la losa y B lado mayor de la losa.

Figura 17 Planta de distribución de losas, nivel 1



En este caso todas las losas trabajan en dos sentidos:

Losa 1 y 2:

$$A = 3.70m \quad m = \frac{3.70}{5.55} = 0.67 \quad \text{trabaja en dos sentidos}$$

$$B = 5.55m$$

Losa 3:

$$A = 2.55m \quad m = \frac{2.55}{3.70} = 0.69 \quad \text{trabaja en dos sentidos}$$

$$B = 3.70m$$

Losa 4:

$$A = 2.55m \quad m = \frac{2.55}{3.55} = 0.72 \quad \text{trabaja en dos sentidos}$$

$$B = 3.55m$$

Para el ejemplo de carga última se utilizaran las losas 3 y 4

Ahora se procede a calcular la carga última (CU) que está dada por la fórmula siguiente:

$$CU = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV$$

$$CM = (240 \text{ kg/m}^2 \times 1.9 \text{ m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2 \times 1.6 \text{ m}^2) / 0.6147 = 201.658.6497 \text{ Tu } ()$$

$$CM = (240 \text{ kg/m}^2 \times 1.9 \text{ m}^2 + 80 \text{ kg/m}^2 \times 1.6 \text{ m}^2) / 0.6147 = 201.658.6497 \text{ Tu } ()$$

$$CM = 404 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$V = VX = VY$$

$$Ft \text{ respectoa" Y" ty} = 0.2647$$

$$Ft = 0.007 \times 0.2647 \times 73,000.39 = 1,352.62 \text{ kg}$$

$$CMU = \text{carga muerta última} = 1.4 \times 404 = 565.60 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = \text{carga viva última} = 1.7 \times 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 565 + 850 = 1,415 \text{ kg/m}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1m de ancho.

$$CU = 1415 \text{ kg/m}^2 \times 1.00 \text{ m} = 1,415 \text{ kg/m}$$

Fórmula para el calcular los momentos actuantes:

$$M(-) = \text{momento negativo} = C \times CU \times A$$

$$M(+)= \text{momento positivo} = [(C) \times CMU \times A^2 + (C) \times CVU \times A^2] / 10.522.207 \text{ kg/m}^2 \times 0.05.13.698.112 (30)$$

Donde:

C = coeficientes de tablas ACI

A = dimensión del lado considerado de la losa

MOMENTOS PARA LOSAS:

A = lado corto

B = lado corto

Losa No. 1 Caso No. 9

$$M B (+) = 322.75 \text{ kg-m}$$

$$M A (+) = 640.29 \text{ kg-m}$$

$$M B (-) = 348.84 \text{ kg-m}$$

$$M C (-) = 1,608.51 \text{ kg-m}$$

Losa No. 2 Caso No. 4

$$M B (+) = 470.03 \text{ kg-m}$$

$$M A (+) = 1,170.91 \text{ kg-m}$$

$$M B (-) = 654.07 \text{ kg-m}$$

$$M A (-) = 1647.27 \text{ kg-m}$$

Losa No. 3 Caso No.8

$$M B (+) = 248.09 \text{ kg-m}$$

$$M A (+) = 445.58 \text{ kg-m}$$

$$M B (-) = 562.01 \text{ kg-m}$$

$$M A (-) = 625.94 \text{ kg-m}$$

Losa No. 4 Caso No. 7

$$M B (+) = 788.92 \text{ kg-m}$$

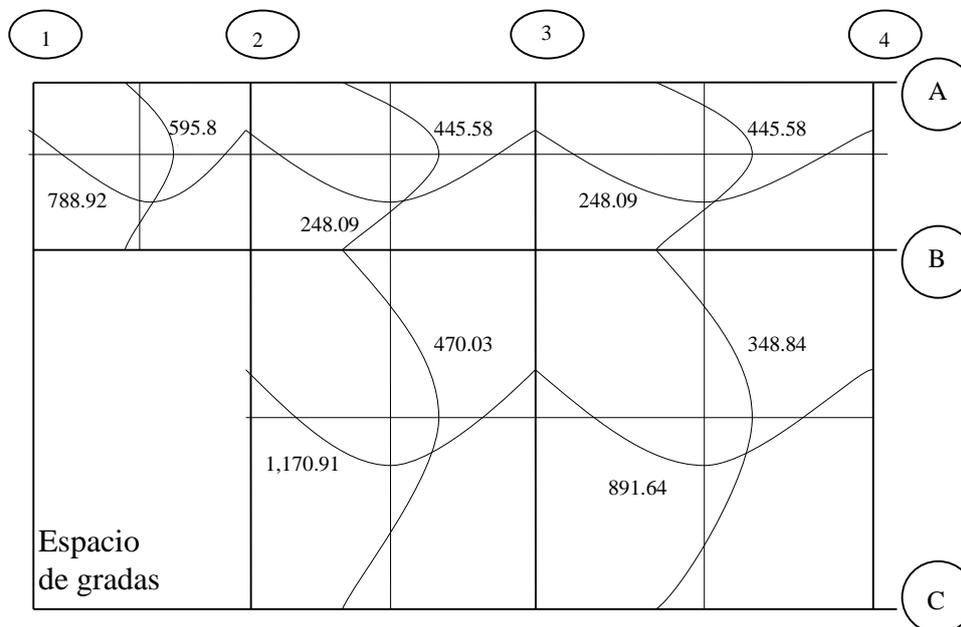
$$M A (+) = 595.85 \text{ kg-m}$$

$$M B (-) = 1656.96 \text{ kg-m}$$

$$M A (-) = 0 \text{ (se toma un tercio de } MA(+), MA(-) = 198.62 \text{ kg-m)}$$

Los momentos actuantes en las losas del primer nivel, se muestran en la figura 18.

Figura 18 Planta de distribución momentos positivos en losas, nivel 1



En la unión de dos losas, como las que se muestran en la figura 9, se puede notar que los momentos actuantes son diferentes, por lo que hay necesidad de balancear dichos momentos antes de calcular el refuerzo. En este caso se balancean los momentos en el que actúan en el punto de unión.

Sea M_1 el momento menor y M_2 al mayor. Si $M_1 > (0.80 \cdot M_2)$ entonces el momento balanceado (M_B) es: $M_B = (M_1 + M_2) / 2$, de lo contrario balancear los momentos el método de rigideces.

Para el caso en que M_1 es $<$ que $0.80 \cdot M_2$, se procede a balancear por el método de rigideces.

Ejemplo de balanceo de momentos losas 3 y 4:

$$M_1 = 562.01 \text{ kg-m}$$

$$M_2 = 1,656.96 \text{ kg-m}$$

$$0.8 \times 1,656 = 1,325.57 > 562.01$$

$K = \text{rigidez}$

$$K1 = \frac{1}{3.70} = 0.27 \quad K2 = \frac{1}{3.55} = 0.28$$

$D = \text{factor de distribución}$

$$D1 = \frac{K1}{(K1 + K2)} = \frac{0.27}{(0.27 + 0.28)} = 0.49$$

$$D2 = \frac{K2}{(K1 + K2)} = \frac{0.28}{(0.27 + 0.28)} = 0.51$$

El momento balanceado se halla por medio de la siguiente fórmula:

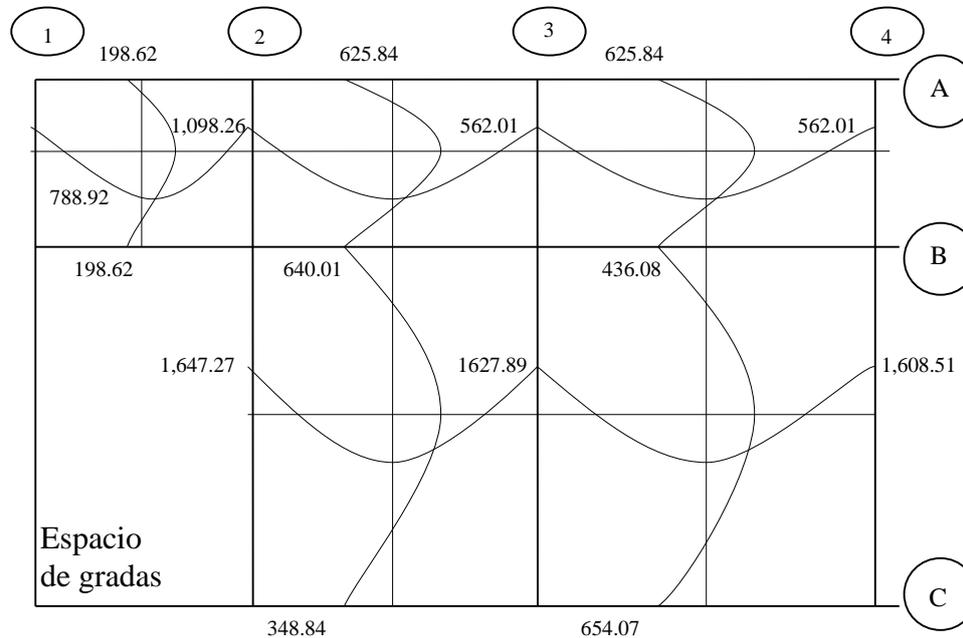
$$MB = M1 = [(M2 - M1 \times D1)] = M2 - [(M2 - M1 \times D2)]$$

Nota: este proceso puede ser repetitivo hasta que los valores de M1 Y M2 sean iguales.

$$MB = 1,098.26 \text{ kg-m}$$

Los resultados del balanceo de los demás momentos se muestran en la figura 19.

Figura 19 Planta de distribución momentos balanceados y negativos en losas, nivel 1



Con los momentos balanceados y con los momentos calculados se procede al cálculo del refuerzo que se necesitan en las losas.

El peralte (d) se calcula de la siguiente manera:

$$d = \text{espesor de losa} - \text{recubrimiento}$$

$$d = 0.11 - 0.025 = 0.085 \text{ m} = 8.5 \text{ cm}$$

El acero mínimo (A_{smin}) en una losa, se obtiene usando un ancho unitario de 1 metro. Y se calcula de la siguiente manera:

$$A_{s \text{ min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 8.5 \times 100 = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$B = \text{ancho unitario (100cm)}$$

Espaciamiento S para A_{smin} .

Se proponen varillas num. 3 ($A_S = 0.71 \text{ cm}^2$)

$$\begin{array}{l} 4.27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ————— } S \rightarrow S = 16 \text{ cm} \end{array}$$

Chequear el espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3 \times T \text{ o } S_{\max} = 0.30m$$

$$S_{\max} = 3 \times 11 = 33 \text{ cm}$$

Calculo del momento que resiste M_{smin} :

$$M_{As \text{ min}} = 0.90 \times \left[A_s \times F_y \times \left(d - \frac{A_s \text{ min} \times F_y}{1.7 \times F'_c \times b} \right) \right]$$

$$M_{As \text{ min}} = 0.90 \times \left[4.27 \times 2810 \times \left(8.5 - \frac{4.27 \times 2810}{1.7 \times 210 \times 100} \right) \right]$$

$$M_{As \text{ min}} = 88,160.69 \text{ kg} - \text{cm} = M_{As \text{ min}} = 881.61 \text{ kg} - \text{m}$$

Como el momento que resiste al M_{smin} no cubre todos los momentos calculados, pues hay momentos que sobrepasan los 881.61 kg se presenta la tabla siguiente con el área de acero requerido y el espaciamiento necesario. El proceso para calcular los momentos y el área es el mismo que el que se utilizo para el cálculo del M_{smin} y M_{Asmin} .

Para los momentos que son más pequeños que M_{smin} se utilizaran los mismos valores que se utilizaron para M_{smin} .

Tabla VIII Áreas y espaciamientos para momentos de losas

Momentos	Área de acero	Espaciamiento (S)	No. de Varilla
Kg-m	cm ²	cm	
1,656.96	8.03	15	4
1,251.63	6.07	15	4
1,222.73	5.93	21	4
881.61	4.27	16	3
788.16	4.27	16	3
771.16	4.27	16	3
640.01	4.27	16	3
595.85	4.27	16	3
562.01	4.27	16	3
410.03	4.27	16	3
445.58	4.27	16	3
322.75	4.27	16	3
248.09	4.27	16	3

Para el diseño de las losas del segundo nivel, se usó el mismo procedimiento aplicado al nivel 1, los resultados se muestran en los planos.

Chequeo por corte: Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que la conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto; por tal razón, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. Para poder realizar el chequeo, se procede de la siguiente manera.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{\max} = \frac{CUu}{2} = \frac{1,415 \times 3.70}{2} = 2,617.75 \text{ kg}$$

$$V_{\max} = 2,617.75 \text{ kg}$$

L = lado corto de la losa

Cálculo del corte máximo resistente:

$$VR = 45 \times \sqrt{F'c} \times t$$

$$VR = 45 \times \sqrt{210} \times 11$$

$$VR = 7,173.23 \text{ kg}$$

Comparación de Vr con Vmax

Esta comparación sirve para chequear si el espesor (t) de la losa, es el adecuado, caso contrario se procede a aumentar.

Para las losas del edificio diseñado $Vr > Vmax$, por lo tanto se concluye que el espesor es el adecuado.

2.1.6.4.2 Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Las vigas de concreto simple son ineficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión en flexión, es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión. En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo fibra sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego a corrosión.

En una viga de concreto así reforzada, el acero de refuerzo resiste la tensión causada por los momentos flectores, mientras que el concreto usualmente es capaz de resistir sólo la compresión correspondiente.

Esta acción conjunta de los dos materiales, se garantiza si se impide su deslizamiento relativo, lo que se logra mediante la utilización de barras

corrugadas con su alta resistencia por adherencia de la interfase acero-concreto y, si es necesario, mediante anclajes especiales en los extremos de las barras.

Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuantes que se forman del análisis estructural.

Viga tipo 2 eje "B"

Para su diseño, el procedimiento a seguir, se describe a continuación:

Datos:

Esta viga se ubica en el marco dúctil típico sentido Y, nivel 1. Los datos, tomados del análisis estructural, se muestran en la siguiente figura:

Figura 20 Diagrama de momentos y cortes últimos en la viga tipo 2

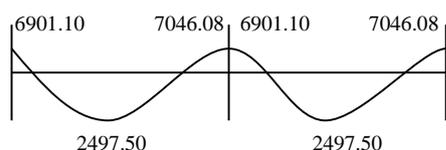


Diagrama de momentos (kg-m)
Sección 0.30m x 0.40 m

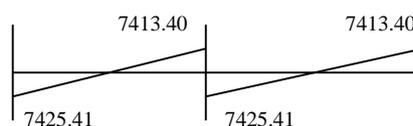


Diagrama de corte (kg)
Peralte efectivo (d) = 0.36m

Los momentos a rostro se obtuvieron a través del programa para el análisis estructural, que permite desplazarse a lo largo de la viga y así obtener el momento en cualquier punto de la misma.

Para diseñar el refuerzo longitudinal en la viga, se calculan los límites de acero se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste; esto se realiza usando los siguientes criterios:

$$A_g = b \times h$$

$$A_{s \min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d \quad A_{s \max} = \rho_{\max} \times b \times d \quad \rho_{\max} = 0.5 \rho_{bal}$$

$A_{s \min}$ = área de acero mínimo

$$A_{s \min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 30 \times 36 = 5.42 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \max} = \text{área de acero máximo} = \rho_{bal} \times b \times d$$

$$\rho_{bal} = \phi \times \rho_{\max}$$

? = 0.5 en zona sísmica

? = 0.75 en zona no sísmica

$$\rho_{bal} = 0.85 \times \left[\frac{F'c}{F_y} \times \left(\frac{6090}{F_y + 6090} \right) \times \beta_i \right]$$

Donde $\beta_i = 0.85$ si y solo si $F'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$

Si $F'c > 280 \text{ kg/cm}^2$

$$\beta_i = \left[0.85 - \left(\frac{F'c - 280}{70} \right) \times 0.05 \right]$$

$$\rho_{bal} = 0.85 \times \left[\frac{210}{2810} \times \left(\frac{6090}{2810 + 6090} \right) \times 0.85 \right] = 0.0369$$

$$\rho_{\max} = 0.5 \rho_{bal}$$

$$\rho_{\max} = 0.5 \times 0.0369 = 0.01845$$

$$A_{s \max} = \rho_{\max} \times b \times d$$

$$A_{s \max} = 0.01845 \times 30 \times 36 = 19.93 \text{ cm}^2$$

Utilizando los momentos que se presentaron en la figura 11, se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula siguiente:

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 \times F'c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'c}{F_y} = 0 \quad 0 \quad 1 \quad 170.88 \quad 706.5297 \quad T_{\mu} \quad ()$$

Para $M_u = 7,046.08 \text{ kg-m}$ ($A_s(-)$ = área para momento negativo)

$$A_s = \left[30 \times 36 - \sqrt{(30 \times 36)^2 - \frac{7,046.08 \times 30}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2,810} = 0 \quad 1 \quad 191.16 \quad 599.2498 \quad T_{\mu} \quad ()$$

$$A_s = 8.23 \text{ cm}^2$$

Usando la fórmula anterior, se necesita un área para el momento positivo ($A_s(+)$).

Para $M(+)$:

$$A_s(+) = 2.80 \text{ cm}^2 \quad \text{usar } A_s \text{ min} = 5.42 \text{ cm}^2$$

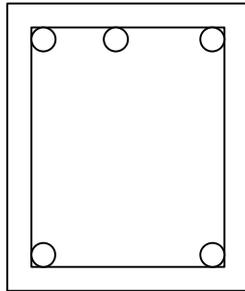
Después de cubrir el área de acero para los momentos positivos y negativos se deben considerar los siguientes requisitos sísmicos:

Para cama superior: se debe tomar como mínimo dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: **a) A_{smin} b) 33% del área de acero calculada para el momento negativo.**

Para la cama inferior: se debe colocar como mínimo dos varillas de acero corrido, tomando el mayor de los siguientes valores: **a) A_{smin} , b) 50% del área de acero calculada para el momento negativo, c) 50 % del área de acero calculada para el momento positivo.**

Tomando en cuenta en cuenta las siguientes indicaciones se propone el siguiente armado.

Figura 21 : Acero longitudinal y transversal para viga



2 No 7 +1No 4

Est. No. 3 @ 0.18 m

2 No. 6

Todas las demás vigas del edificio se calculan de la misma manera que el ejemplo presentado anteriormente.

Acero transversal: también se le llama refuerzo en el alma, en general éste se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según lo requerido. El diseño por cortante es importante en las estructuras de concreto, debido a que la resistencia del concreto a corte es considerablemente menor que la de compresión. Por ello, los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los refuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir con esta función.

El procedimiento para el diseño de los estribos es el siguiente:

. Cálculo del corte que resiste el concreto (VR) : Su fórmula es:

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 30 \times 36$$

$$VR = 7,050.63 \text{ kg}$$

Vu = 7,425.41kg (tomado de la figura 19)

. Comparar el corte que resiste el concreto VR con el corte último Vu se VR = Vu, la viga necesita estribos sólo por armado; y el espaciamiento de éstos es, S máx = d/2, usando como mínimo varillas No3.

Si VR = Vu, se diseñan los estribos por corte.

Para este caso, VR = 7,050.63 kg < Vu = 7,425.41 kg, el procedimiento a seguir es el siguiente:

$$1.- V_s = V_u - V_R = (7,425.41 - 7,050.63) = 374.78 \text{ kg}$$

$$2.- V_s = \left(\frac{V_s}{b \times d'} \right) = \left(\frac{374.78}{24 \times 4} \right) = 3.90 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$3.- S = \left(\frac{2 \times A_v \times F_y}{v_s \times b} \right) = \left(\frac{2 \times 0.71 \times 2810}{3.90 \times 24} \right) = 42.63 \text{ cm}$$

$$\text{Usar } S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ cm}$$

El procedimiento para el diseño de las demás vigas es el mismo presentado en esta sección.

2.1.6.4.3 Diseño de columnas

Las columnas se definen como elementos estructurales que están sometidos a esfuerzos de compresión flexionantes.

Los datos que se necesitan para el diseño de columnas son: a) momentos flexionantes, resultados del análisis estructural y b) carga axial, se obtiene por áreas tributarias.

Para el proyecto sólo se ilustra el diseño de la columna tipo "A" que corresponde al elemento del nivel 1 que tiene mayor esfuerzo (columna

crítica). Para el diseño de la columna crítica del nivel 2, se aplicó el mismo procedimiento usado para la columna crítica del nivel 1.

Los datos que se usaron para el diseño de columnas tipo "A" son los siguientes:

Sección 0.30*0.40m

Mx = momento crítico en el sentido X = 7,617 kg-m

My = momento crítico en el sentido Y = 9,912.34 kg-m

Va = corte actuante crítico = 4,840.39 kg

Longitud efectiva (Lu) = 2.71 m

La carga axial (Pu) se determina de la siguiente manera:

.- Cálculo de la carga última

$$CU = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV$$

Nivel 2

$$CU \text{ nivel } 2 = 1.4 \times (0.11 * 2400 + 80) + 1.7 \times 100 = 651.60 \text{ kg}$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{(1.4 \times CM + 1.7 \times CV)} = \frac{651.60}{(1.4 \times 15.84 + 1.7 \times 100)} = 1.47$$

$$P.vigas = (0.30 \times 0.40 \times 2400 \times 8.35) = 2,405 \text{ kg} \times 1.47 = 3,536 \text{ kg}$$

$$Pu \text{ nivel } 2 = \text{área tributaria} \times CU + P.vigas$$

$$Pu = (17.40 \times 651.60) + 3,536 = 11,804.456 \text{ kg}$$

Nivel 1

$$CU = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV$$

$$CU_{\text{nivel 2}} = 1.4 \times (0.11 \times 2400 + 1.5 \times 8242 \times 500) + 1.7 \times 1670 = 2233.88 + 679.1697 \text{ Tm } ()$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{(CM + CV)} = \frac{2,277.60}{(0.11 \times 2400 + 1.5 \times 8242 \times 500) + 1670} = 1.52$$

$$CU = CU_{\text{nivel 1}} + CU_{\text{nivel 2}}$$

$$P_{\text{vigas}} = (0.30 \times 0.40 \times 2400 \times 8.35 = 2,405 \times 1.47 = 3,536 \text{ kg}$$

$$P_{\text{columnas}} = (0.30 \times 0.45 \times 2400 \times 42 = 1,028 \text{ kg}$$

$$P'u = \text{área tributaria} \times CU + P_{\text{vigas}} + P_{\text{columnas}} + P_{\text{u nivel 2}}$$

$$P.U. = 17.4 \times 1,625 + 14,874 = 48,166 \text{ kg}$$

Clasificar la columna por esbeltez (E) = una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez (E), las columnas se clasifican en cortas (E < 21), intermedias (21 = E < 100), y largas (E > 100). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no se construyen.

La esbeltez de la columna en el sentido “Y” se calcula procedimiento siguiente:

.- Cálculo de los coeficientes que miden el grado de empotramiento de la rotación.

Extremo superior:

$$\psi = \left[\left(\frac{\sum Em \times I}{Lu} \right) \right]$$

$E_m =$ (como todo el marco es del mismo material) = 1

$I =$ Inercia

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I \text{ viga} = \frac{30 \times 40^3}{12} = 160,000 \text{ cm}^4$$

$$I \text{ columna} = \frac{40 \times 30^3}{12} = 90,000 \text{ cm}^4$$

Cálculo de la esbeltez en sentido "Y"

Extremo superior ? a:

$$\psi a = \left[\left(\frac{\left(\frac{90,000}{2} + \frac{90,000}{2} \right)}{\left(\frac{160,000}{2} + \frac{160,000}{2} \right)} \right) \right] = 0.56$$

$$\psi a = 0.56$$

Empotramiento ? b = 0

? promedio= (? p)

$$\psi p = \frac{0.56 + 0}{2} = 0.28$$

Cálculo del coeficiente K:

$$K = \left(\frac{20 - \psi p}{20} \right) \times \sqrt{1 + \psi p}$$

Para $\psi p < 2$

$$K = \sqrt{1 + \psi p}$$

Para $\psi p \geq 2$

$$K = 1.11$$

Cálculo de la esbeltez de la columna (E):

$$E = \frac{K \times Lu}{\sigma} = \frac{1.11 \times 2.71}{0.30 \times 0.30} = 33.42 (\text{columna intermedia})$$

donde $\sigma = 0.30 \times \text{lado menor}$, para columnas rectangulares

$Lu = \text{luz libre de la columna}$

$K = \text{factor de pandeo}$

Los cálculos de la columna en sentido "X" se resumen a continuación:

$$? a = 1$$

$$? b = 0 \text{ (empotrada)}$$

$$? p = 0.50$$

$$K = 1.19$$

$$E = 35.83 \text{ (columna intermedia)}$$

Para ambos valores obtenidos de E, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben magnificar los momentos actuantes.

MAGNIFICACIÓN DE MOMENTOS

Cuando se hace un análisis estructural de segundo orden, en el cual se toman en cuenta las rigideces reales, los efectos de las deflexiones, los

efectos de la duración de la carga y cuyo factor principal a incluir es el momento debido a las deflexiones laterales de los miembros, se pueden diseñar las columnas utilizando directamente los momentos calculados. Utilizando estos valores se realiza un diseño exacto de las columnas.

Por otro lado, si se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento. Para este caso, esa modificación se logra utilizando el método ACI de magnificación de momentos descrito a continuación:

Sentido "Y"

- Cálculo del factor de flujo del concreto β_d)

$$\beta_d = \frac{CM_u}{CU} = \frac{1,257.2}{2,227.60} = 0.55$$

- Cálculo del EI total del material:

$$EI = \frac{Ec \times I_g}{2.5(1 + \beta_d) \Phi} = 15,847.7 \text{ Tm} \cdot \Phi = 0.7465 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 1 \cdot 187.92 \cdot 246.3298 \text{ Tm} \cdot (\quad)$$

$$Ec = 15,100 \times \sqrt{f'_c}$$

$$I_g = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$EI = \left[\frac{15,100 \times \sqrt{210} \times \left(\frac{40 \times 30^3}{12} \right)}{2.5 \times (1 + 105 \times 0.15)} \right] = 508.22 \times 10^9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$$

$$EI = 508.22 \text{ ton} \cdot \text{m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler (Pcr)

$$P_{cr} = \left[\frac{\pi^2 \times EI}{(\lambda \times \phi)^2} \right] = \left[\frac{\pi^2 \times 508.22}{(5.11632 \times 0.75)^2} \right] = 554.33 \text{ ton}$$

- Cálculo del magnificador de momentos (d)

$$\delta = \left[\frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi \times P_{cr}} \right)} \right] \geq 1$$

Donde:

F = 0.70 para estribos y 0.75 para zunchos.

$$\delta = \left[\frac{1}{1 - \left(\frac{48.166}{0.70 \times 554.33} \right)} \right] = 1.14$$

- Cálculo de momentos de diseño:

$$M_d = \delta \times M_u$$

$$M_{dy} = 1.14 \times 9,912.34 \text{ kg} \cdot \text{m} = 11,300.08 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Sentido "X"

Los resultados para el sentido X, se obtienen de la misma manera que los datos obtenidos en el sentido Y. Los resultados obtenidos en el sentido X se resumen de la siguiente manera:

$$EI = 9.03 \times 10^9 \text{ kg} - \text{cm}^2 \quad EI = 903.51 \text{ ton} - \text{m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = \left[\frac{\pi^2 \times EI}{(K \times L)^2} \right] = \left[\frac{\pi^2 \times 903.51}{(5.8633)^2} \right] = 857.44 \text{ ton}$$

Cálculo de magnificador de momentos:

$$\delta = 1.08$$

Cálculo del momento de diseño (Md)

$$Md = \delta \times Mu$$

$$Md_y = 1.08 \times 7,617 \text{ kg} - \text{m} = 8,226.36 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Md = d \times Mu$$

Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero longitudinal de las columnas, existen varios métodos y que se aplican dependiendo del tipo de cargas a las que está sometida la columna. Existen columnas sometidas a carga axial, carga axial y momento uniaxial, carga axial y momento biaxial y carga axial y momento triaxial.

Para este caso, todas las columnas son del tipo carga axial y momento biaxial. El diseño de este tipo de columnas requiere un procedimiento difícil, pero existen métodos aproximados que dan buenos resultados, uno de éstos es el Bresler, este método sencillo ha sido comprobado mediante resultados de ensayos y cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

.- Cálculo de límites de acero: según el código ACI del año 95, el área de acero en una columna debe estar dentro de los siguientes límites: $1\% A_g = A_s = 8\% A_g$.

$$A_s \text{ min} = 0.01 \times (30 \times 40) = 12 \text{ cm}^2 \quad A_s \text{ max} = 0.08 \times (30 \times 40) = 96 \text{ cm}^2$$

.- se propone un armado, se aconseja iniciar con un valor de A_s : 50.7 cm^2

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar en los diagramas son:

.- Valor de la gráfica (Y):

$$Y = \frac{H_{\text{nucleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{(30 - 2 \times 3)}{0.30} = 0.80$$

.- Valor de la curva (ρ_{tu}):

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \times F_y}{A_g \times 0.85 \times F'_c} = \frac{50.7 \times 2,810}{1,200 \times 0.85 \times 210} = 0.665$$

.- Excentricidades:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{8,226.36}{48,166} = 0.17$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{11,300.08}{48,166} = 0.24$$

- Conociendo las excentricidades se calcula el valor de las diagonales:

$$\frac{E_x}{h_x} = \frac{0.17}{0.40} = 0.42$$

$$\frac{E_y}{h_y} = \frac{0.24}{0.30} = 0.8$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y k'_y siendo estos:

$$K'_x = 0.65$$

$$K'_y = 0.4055$$

Luego se procede a calcular las resistencias de la columna a una excentricidad dada:

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{ux} = K'_x \phi \times F'_c \times b \times h = 0.65 \times 0.70 \times 210 \times (30 \times 40) = 114,660 \text{ kg}$$

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{uy} = K'_y \phi \times F'_c \times b \times h = 0.425 \times 0.70 \times 210 \times (30 \times 40) = 70,560 \text{ kg}$$

- Carga axial de resistencia para columna

$$P'_o = \phi \times [0.85 \times F'_c \times (A_g - A_s) + A_s \times F_y]$$

$$P'_o = 0.70 [0.85 \times 210 \times (1200 - 507) + 507 \times 286.08] = 243,692 \text{ kg}$$

- Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{Po} \right)} \right]$$

$$P'u = \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{114,660} + \frac{1}{70,560} - \frac{1}{243,332} \right)} \right] = 53,236.34$$

Como $P'u > Pu$ el armado propuesto sí resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

Acero Transversal (estribos):

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado, en zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento es un aumento en el refuerzo de ruptura del concreto y además y además permite una deformación unitaria mayor del elemento.

El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

.- Refuerzo por corte: se calcula el corte que resiste el concreto

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times bo \times d$$

Sentido "X"

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 30 \times 36 = 7,050.63 \text{ kg}$$

Sentido "Y"

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 40 \times 27 = 7,050.56 \text{ kg}$$

.- Comparar si $VR = Vu$ se colocan estribos a $S = d/2$ (espaciamiento máximo)

Si $VR < Vu$ se diseñan los estribos por corte, para ambas opciones considerar que la varilla permitida es la No. 3

$$Vu = 4,840.39 \text{ kg (ver figura 62)}$$

Como $VR = 7,050.63 \text{ kg} > 4840.39 \text{ kg}$ se colocan estribos a:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13.5 \text{ cm} \quad \text{Colocar los estribos a } 13 \text{ cm}$$

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se escoge entre la mayor de las siguientes opciones:

$$Lo = \begin{cases} \frac{Lu}{6} = 2.71/6 = 0.46 \text{ ok} \\ \text{Lado} > \text{columna} = 0.40 \\ 0.45 \end{cases}$$

Se calcula la relación volumétrica

$$\rho_s = \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \times \left(\frac{0.85 \times F'_c}{F_y} \right) \quad \rho_s \geq 0.12 \times \left(\frac{F'_c}{F_y} \right)$$

$$\rho_s = \left(\frac{1,200}{816} - 1 \right) \times \left(\frac{0.85 \times 210}{2,810} \right) \quad \rho_s \geq 0.12 \times \left(\frac{210}{281} \right)$$

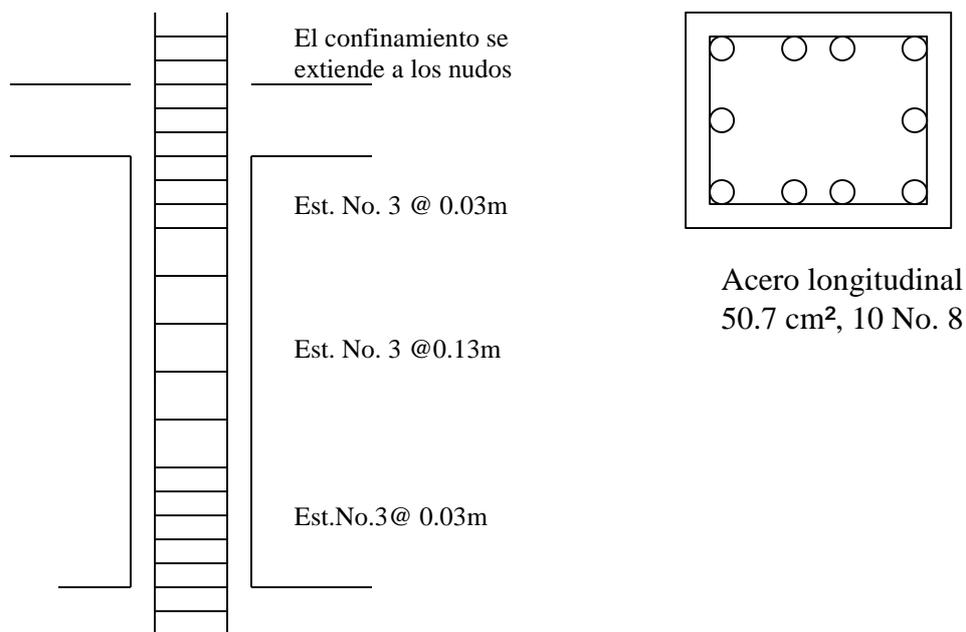
$$\rho_s = 0.013$$

Por último se calcula el espaciamiento entre estribos en la zona confinada:

$$S_i = \frac{2 \times A_v}{\rho_s \times l_n} = \frac{2 \times 0.71}{0.013 \times 34} = 3.21 \text{ cm}$$

$S_i = 0.03 \text{ cm}$ en los primeros 45 cm el resto colocar a 13 cm

Figura 22 Acero longitudinal y transversal en columnas



2.1.6.4.4 Diseño de cimientos

Cimientos es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que trasmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura esté limitado a una cantidad totalmente pequeña y que en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

- . Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente.

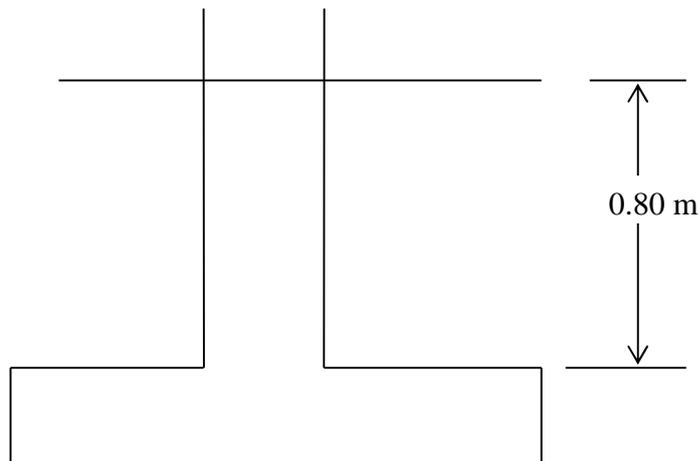
- . Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

Si no se encuentran suelos adecuadamente justo debajo de la estructura, es necesario recurrir a cimentaciones profundas como pilotes o pilas para transmitir la carga hasta estratos profundos y de mayor firmeza. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de superestructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

2.1.6.4.4.1 Diseño de cimiento corrido

Para el diseño del cimiento corrido, los datos a usar son los siguientes:

Figura 23 Desplante para cimiento corrido



Datos:

$$F_{cu} = 1.49$$

$$V_s = 21 \text{ T/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 1.4 \text{ T/m}^3$$

$$P_{\text{concreto}} (\rho_c = 2.4 \text{ T/m}^3)$$

$$A_u = 1 \text{ m}^2$$

Se tomará como base para la revisión 1.00 m de cimiento corrido como longitud unitaria, para fines de evaluación, se tomará una carga de trabajo de: $W = 4,357.70 \text{ kg/m} = 4,357.70 \text{ kg/m}$ (obtenida de la integración de cargas)

Carga última:

$$\text{Área del cimieto} = A_c = 0.50 \times 1.00 = 0.50 \text{ m}^2$$

Revisión de la presión sobre el suelo:

Integración de cargas:

$$P_u = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W$$

Donde:

$$P.muro = (altura\ del\ muro) \times (espesor) \times (desplante) \times (peso\ del\ concreto)$$

$$P = 4 \times 0.19 \times 0.8 \times 2.4 = 1.46T / m$$

$$P.suelo = desplante \times Ac \times Ps$$

$$P.suelo = 0.8 \times 0.50 \times 1.4 = 0.56T / m$$

$$P.cimiento = Ac \times t \times \gamma_c$$

$$P.cimiento = 0.50 \times 0.20 \times 2.4 = 0.24T / m$$

$$W = carga\ de\ trabajo \times Au$$

$$W.trabajo = 4.36 \times 1.00 = 4.36T$$

La presión sobre el suelo será:

$$q.\max = \frac{6.62}{0.5} = 13.24 T / m$$

$$q_{\max} < V_s$$

La distribución de la presión es uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Debido a que la presión es constante se hace que; $q_{dis} = q_{\max}$ y se obtiene un $q_{dis\max}$.

$$q_{dis\max} = q_{dis} \times f_{cu} = q_{\max} \times f_{cu} = 13.24 \times 1.49 = 19.73 T / m^2$$

Revisión por corte simple

Datos:

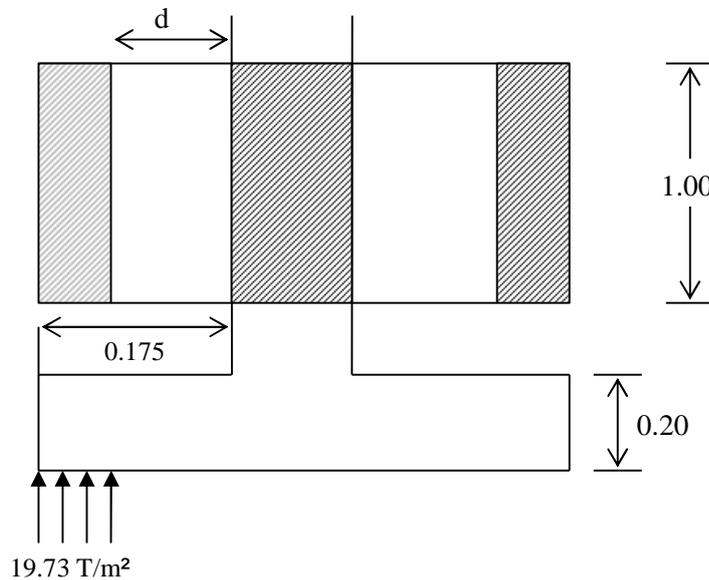
$$t = 20\text{cm}$$

Varilla No.3

$$\text{Recubrimiento} = 7.5\text{ cm}$$

$$d = \left(t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2} \right) = \left(20 - 7.5 - \frac{0.95}{2} \right) = 12.03\text{ cm}$$

Figura 24 Distribución de presiones en cimiento corrido



Calcular V_{act} = corte actuante:

$$V_{act} = \text{área asurada} \times q_{dis \max}$$

$$V_{act} = (0.175 \times 1.00) \times 19.73 = 3.45275 \text{ T}$$

Calcular V_R = corte resistente:

$$V_R = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b_o \times d$$

$$V_R = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 12.03 = 7.85 \text{ T} / m^2$$

No hay zona punzonante por tanto no se chequea.

Revisión por flexión

El momento último será:

$$M_u = \frac{q_{dis \max} \times L^2}{2} = \frac{19.73 \times (0.0547)^2}{2} = 0.030 \text{ T} - m$$

$$M_u = 30.00 \text{ kg} - m$$

Área de acero: al área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0.003825 \times F'_c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'_c}{F_y} = 0.102 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.102 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 \times b \times t = 0.002 \times 100 \times 13.03 = 2.41 \text{ cm}^2$$

Utilizar $A_{s \text{ min}}$

Colocar No. 3 @ 20cm

Como no existe flexión en el sentido longitudinal, se coloca área de acero por temperatura, con la fórmula siguiente:

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times b \times t = 0.002 \times 50 \times 12.03 = 1.03 \text{ cm}^2$$

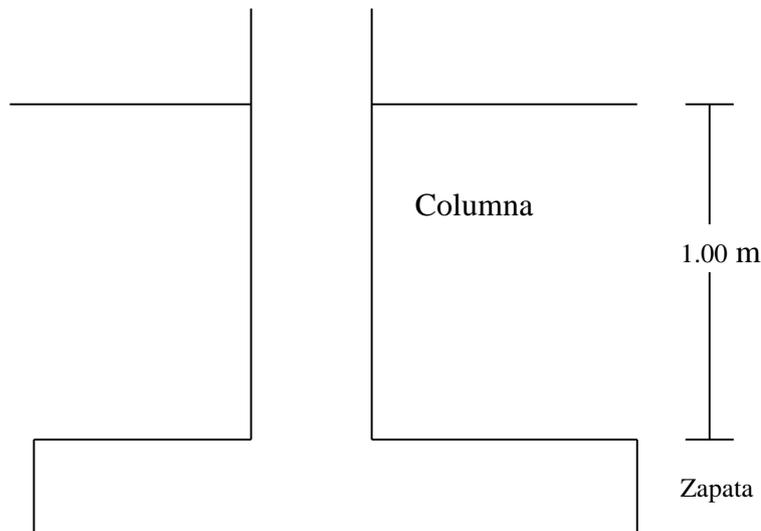
Colocar 3 No. 3

El refuerzo en el cimiento corrido se encuentra detallado en los planos.

2.1.6.4.4.2 Diseño de zapatas tipo 1

Las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico. Su utilización para columnas exteriores tiene algunas dificultades si los derechos de propiedad impiden la utilización de zapatas que se extiendan más allá de los muros exteriores. En este caso, se utilizan zapatas excéntricas.

Figura 25. Zapata tipo 1



Los datos que se usaron para el diseño de la zapata fueron los siguientes:

Momento en X = $M_x = 7,617 \text{ kg-m}$

Momento en Y = $M_y = 9,912.34 \text{ kg-m}$

Carga última = $P_u = 48,189.24 \text{ kg}$

Resistencia del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia a la fluencia del acero = $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Valor soporte del suelo = $V_s = 21,000 \text{ kg/m}^2$

Peso específico del concreto (γ_c) = $2,400 \text{ kg/m}^3$

Peso específico del suelo (γ_s) = $1,400 \text{ kg/m}^3$

Recubrimiento = 0.075 m

Desplante 1.00 m

Factor de carga última $F_{cu} = 1.49$

Sección de columna: $(0.40 \text{ m} \times 0.30 \text{ m})$

Cálculo del área de zapata (A_z)

.- Cargas de trabajo:

$$P' = \frac{Pu}{Fcu} = \frac{48,166kg}{1.49} = 32,327kg$$

.- Momentos de trabajo

$$M'x = \frac{Mx}{Fcu} = \frac{7.617kg - m}{1.49} = 5,113 kg - m$$

$$M'y = \frac{My}{Fcu} = \frac{9,912.34kg - m}{1.49} = 6,653 kg - m$$

.- Primera estimación de área

$$M'y = \frac{My}{Fcu} = \frac{9,912.34kg - m}{1.49} = 6,653 kg - m$$

Se propone usar las dimensiones siguientes:

$$Az = 1.52m \times 1.52m = 2.31m^2$$

Espesor (t) = 0.40m

.- Chequeo de presión sobre el suelo (q): la presión que ejerce la zapata sobre el suelo está dada por medio de la fórmula siguiente:

$$q = \left(\frac{P}{Az} + Ps + P.col + P.cim \right)$$

Donde:

P = Integración total de cargas actuantes

P' = Carga de trabajo

P_s = Peso del suelo del desplante

P_c = Peso de la columna

$P_{.cim}$ = Peso del cimiento (zapata)

$$P_s = A_z \times \text{desplante} \times \gamma_s$$

$$P_{.col} = \text{sección} \times \text{alto de columna} \times \gamma_c$$

$$P_{.cim} = A_z \times t \times \gamma_c$$

$$P' = 32,326.17 \text{kg}$$

$$P_s = 3,234.56 \text{ kg}$$

$$P_{.col} = 1,183.68 \text{ kg}$$

$$P_{.cim} = 1,108.99 \text{ kg}$$

$$\mathbf{P = 37,853.41 \text{ kg}}$$

Debido a que existe carga y flexión biaxial, las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán:

$$q = \left(\frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y} \right)$$

Donde S = módulo de sección en el sentido indicado. Donde los casos más críticos son: $q_{\text{máx}}$ y $q_{\text{mín}}$.

$$S = \frac{b \times h^2}{6}$$

$$S = 0.5953$$

$$q = \left(\frac{37,853.41}{2.31} \pm \frac{5,113}{0.5953} \pm \frac{6,653}{0.5953} \right)$$

$$q_{\text{max}} = 36,484.09 \text{kg}$$

$$q_{\text{min}} = -3,716.25 \text{kg existen presiones tensión}$$

Donde:

q_{max} = presión máxima sobre el suelo

q_{min} = presión mínima sobre el suelo

$q_{max} > V_s$ por lo que se deberá de aumentar las medidas y hacer una nueva estimación de área.

Nueva estimación de área de la zapata asumiendo una zapata cuadrada de 2m *2m. El área de la zapata es de 4m². Los resultados serán:

$$P' = 32,326.17 \text{ kg}$$

$$P's = 5600 \text{ kg}$$

$$P.col = 1,183,68 \text{ kg}$$

$$P.cim = 1920 \text{ kg}$$

$$\mathbf{P = 41,029.85 \text{ kg}}$$

Siguiendo el mismo proceso que en la estimación de la carga anterior se obtienen los siguientes resultados:

$q_{max} = 19,080.95 \text{ kg} < 21,000 \text{ kg}$ por lo que las medidas tomadas anteriormente se pueden catalogar como correctas.

$q_{min} = 1,433.97 > 0$ por lo que no hay presiones a tensión.

El área de la zapatas será: 4m².

Cálculo de carga de diseño última (q_{disu}).

$$q_{disu} = q_{max} \times F_{cu}$$

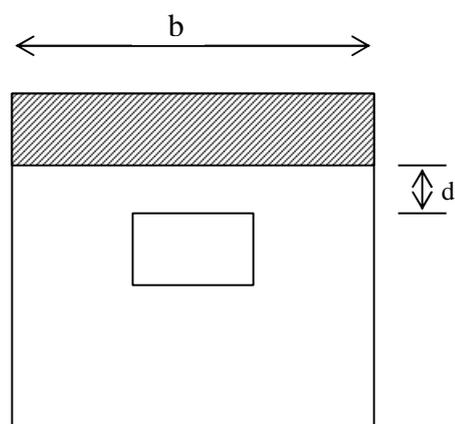
$$q_{disu} = 19,080.50 \times 1.49 = 28,429.94 \text{ kg}$$

Diseño de espesor de la zapata:

Para determinar el espesor de la zapata es necesario que se resista tanto el corte simple o flexionante como el punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

- Chequeo por corte simple

Figura 26 Corte simple en zapata tipo 1



d según espesor asumido $t = 0.40\text{m}$
 $d = (t - \text{recubrimiento} - F/2)$
 donde F diámetro de varilla asumido
 varrilla No.6

$$d = (0.40 - 7.5 - 1.91/2) = 0.315 \text{ cm}$$

$$d = 31.5 \text{ cm}$$

$$b = 2.00 \text{ m}$$

Sentido "Y"

Cálculo del corte actuante (V_{act}):

$$V_{act} = \text{Área ashurada} \times q_{disu}$$

$$V_{act} = (2.00 \times 0.95) \times 15.84294 \text{ Kg} / 0.7461 \text{ m} = 297.4498 \text{ Tm} ()$$

$$V_{act} = 30,420.04 \text{ kg}$$

Cálculo del corte simple resistente (V_R):

$$V_R = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'_c} \times b \times d$$

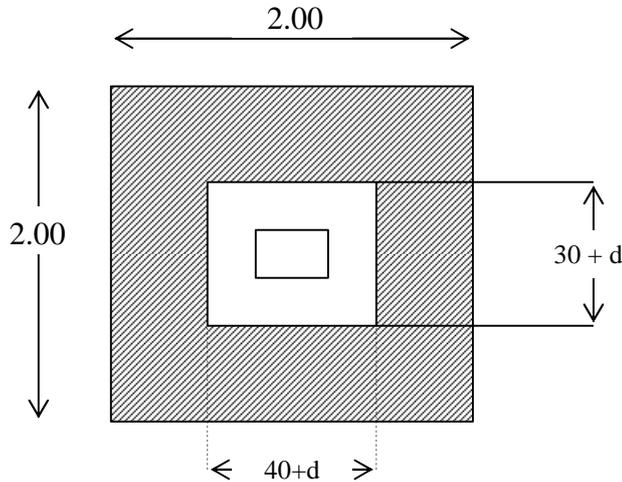
$$V_R = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 200 \times 31.5$$

$$V_R = 41,128.70 \text{ kg}$$

$V_R > V_{act}$ por lo que el espesor $t = 0.40 \text{ m}$ si soporta el corte simple

Chequeo por corte punzonante

Figura 27 Corte punzonante zapata tipo1



Área ashurada = área de Punzonamient

$$d = 31.5 \text{ cm}$$

donde $40 + t = 71.5\text{cm}$ en "X", y $30 + t = 61.5\text{ cm}$ en "Y"

Cálculo del corte punzonante actuante

$$V_{act} = \text{Área ashurada} \times q_{disu}$$

$$V_{act} = [4 - (0.715 \times 0.615)] \times 828.729 \text{ kg/m}^2 = 240.12433.2898 \text{ Tm} ()$$

$$V_{act} = 101,218.40\text{kg}$$

Calculando el corte punzonante resistente

$$V_R = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{F'c} \times b_o \times d$$

Donde:

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = [2 \times (61.5 + 71.5)] = 266\text{cm}$$

$$V_R = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{210} \times 266 \times 31.5$$

$$V_R = 109,402.34\text{kg}$$

$V_R > V_{act}$ por lo que el espesor de 40 cm resiste tanto en corte flexionante como en corte punzonante por lo que las zapatas tendrán un espesor de 40 cm.

Los resultados del análisis de la zapata en el sentido X se resumen a continuación:

Corte Simple:

$$V_{act} = 27,577.04 \text{ kg}$$

$$V_R = 41,128.70 \text{ kg}$$

Corte Punzonante:

$$V_{act} = 101,218.40 \text{ kg}$$

$$V_R = 109,402.34 \text{ kg}$$

El espesor de 40cm soporta todos los cortes que afectan a la zapata.

Diseño de refuerzo a flexión en sentido X-X

$$M_{ux} = 7,617 \text{ kg}$$

$$d = 31.5 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm (se utilizaran franjas de 1 m de grosor)}$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 31.5 = 15.81 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_{ux} \times b}{0.003825 \times F'_c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'_c}{F_y} = 170.88 - 155.8633 = 15.0167 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \left[100 \times 31.5 - \sqrt{(100 \times 31.5)^2 - \frac{7,617 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2810} = 230.88 - 162.9298 = 67.9502 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9,81 \text{ cm}^2 \text{ usar } A_{s \text{ min}}$$

$$A_s = 15.81 \text{ cm}^2$$

Diseño del refuerzo en el sentido Y-Y:

$$M_{uy} = 9,912.34 \text{ kg-m}$$

$$d = 31.5 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

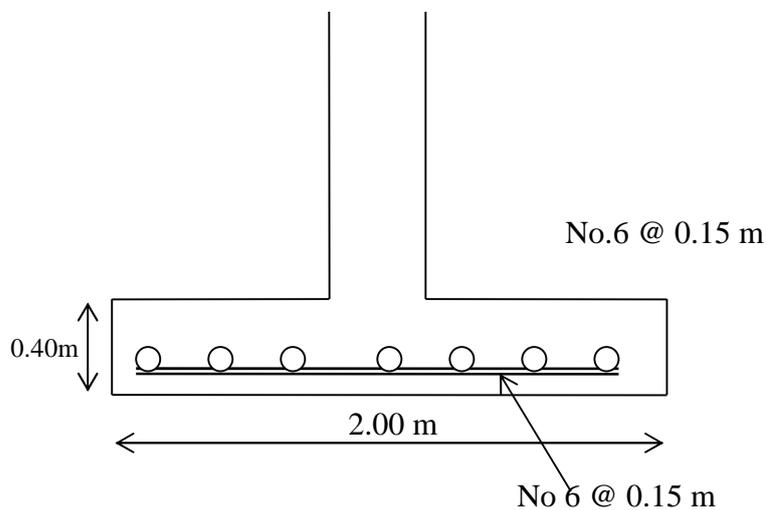
$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d$$

$$A_s = 12.86 \text{ cm}^2 \text{ usar } A_{s \text{ min}}$$

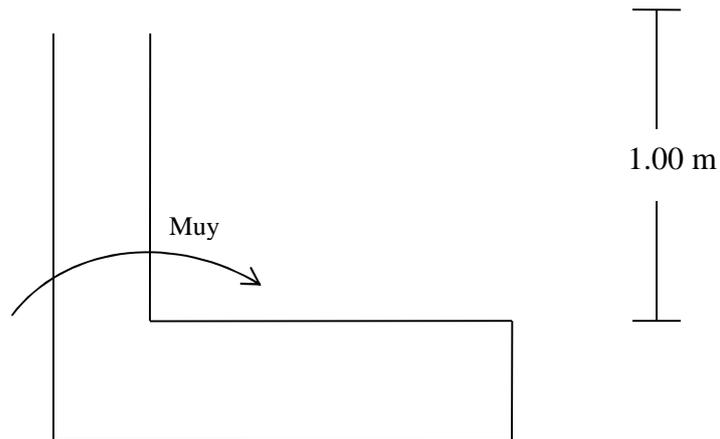
Utilizar Varillas No. 6 @ 0.15 m en ambos sentidos de la zapata

Figura 28 Armado final de zapata tipo 1



2.1.6.4.4.4 Diseño de Zapatas Tipo 2

Figura 29 Zapata tipo 2



Datos:

Carga última (P_u) = 32,424.28 kg

Momento último en sentido Y (M_{uy}) = 9,912.34 kg-m

Factor de carga última (F_{cu}) = 1.49

Valor soporte del suelo (V_s) = 21,000 kg/m²

Peso específico del concreto (γ_c) = 2400 kg/m³

Peso específico del suelo (γ_s) 1,400 kg/m³

Recubrimiento = 0.075m

Desplante = 1.00 m

Sección de columna = (0.40m*0.30m)

Espesor (0.35m)

1. Cálculo del área de la zapata

.- Cargas de trabajo

$$P' = \frac{Pu}{Fcu} = \frac{32,424.28kg}{1.49} = 21,761.26kg$$

.- Estimación de área

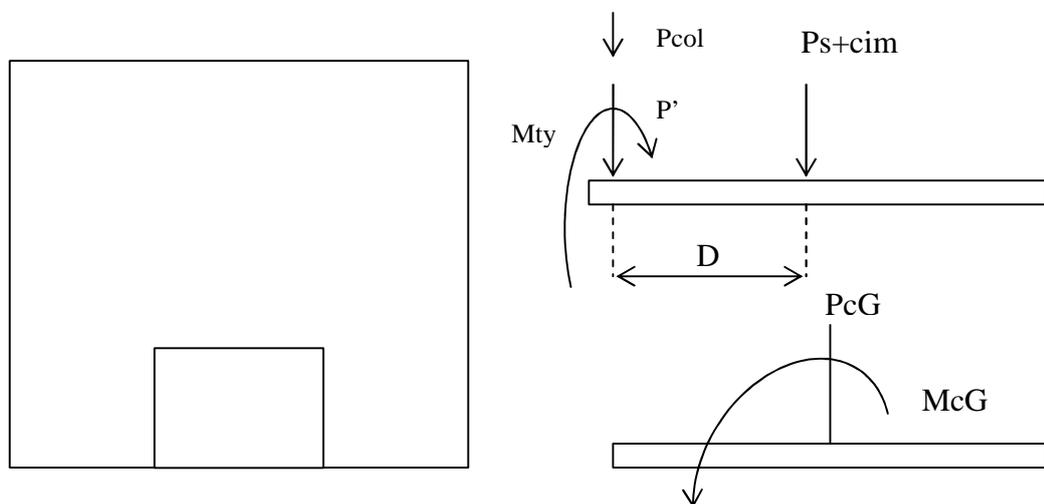
$$A' = \frac{1.50 \times P'}{V} = \frac{1.50 \times 21,761.26kg}{21,000kg/m^2} = 1.56m^2$$

Se asumen las siguientes dimensiones:

$$Lx = 2.00 \text{ m y } Ly = 1.90 \text{ m}$$

$$\text{Área de zapata} = 3.80 \text{ m}^2$$

Figura 30 Diagrama de cuerpo libre, zapata tipo 2



PcG = Carga por centro de gravedad
 McG = Momento por centro de gravedad

$$PcG = P' + Pcól + Ps + P.cim$$

$$McG = Mty + P' D + Pcól \times D$$

Integración de cargas:

$$Peso\ de\ columna(P_{col}) = seccion \times altura \times \gamma_c$$

$$Peso\ del\ suelo(P_s) = A_z \times desplante \times \gamma_s$$

$$Pesodelcimiento(P_{cim}) = A_z \times espesor \times \gamma_c$$

$$P' = 21,761.26\ kg$$

$$P_{col} = 1,183.68\ kg$$

$$P_s = 5,320.00\ kg$$

$$P_{cim} = 3,192.00\ kg$$

$$P_{cG} = 31,912.94\ kg$$

$$D = \left(\frac{L}{2} - \frac{L.\ columna}{2} \right) = \left(\frac{1.90m}{2} - \frac{0.30m}{2} \right) = 0.80m$$

$$McG = -6,652.59 + (21,761.26 \times 0.8) + (1,183.68 \times 0.80) = 11,703.37\ kg - m$$

Excentricidad:

$$e = \frac{McG}{P_{cG}} = \frac{11,703.37\ kg - m}{31,912.94\ kg} = 0.37m$$

Como $e > L/6$, entonces la presión máxima será:

Presión máxima sobre el suelo (q_{max})

$$q_{max} = \left[\frac{4 \times P}{3 \times b \left(1 - \frac{6e}{L} \right)} \right] = \left[\frac{4 * 31,912.94}{3 \times 2.40 \times \left(1 - \frac{6 \times 0.37}{2.40} \right)} \right] = 13,905.42\ kg/m^2$$

Como $q_{max} < V_s$ entonces las dimensiones de la zapata son correctas.

2. Cálculo de presiones sobre el suelo:

Cálculo de presiones últimas sobre el suelo será:

$$q_{disu} = q_{max} \times F_{cu}$$

$$q_{disu} = 13,905.42 \text{ kg/m}^2 \times 1.49$$

$$q_{disu} = 20,719.08 \text{ kg/m}^2$$

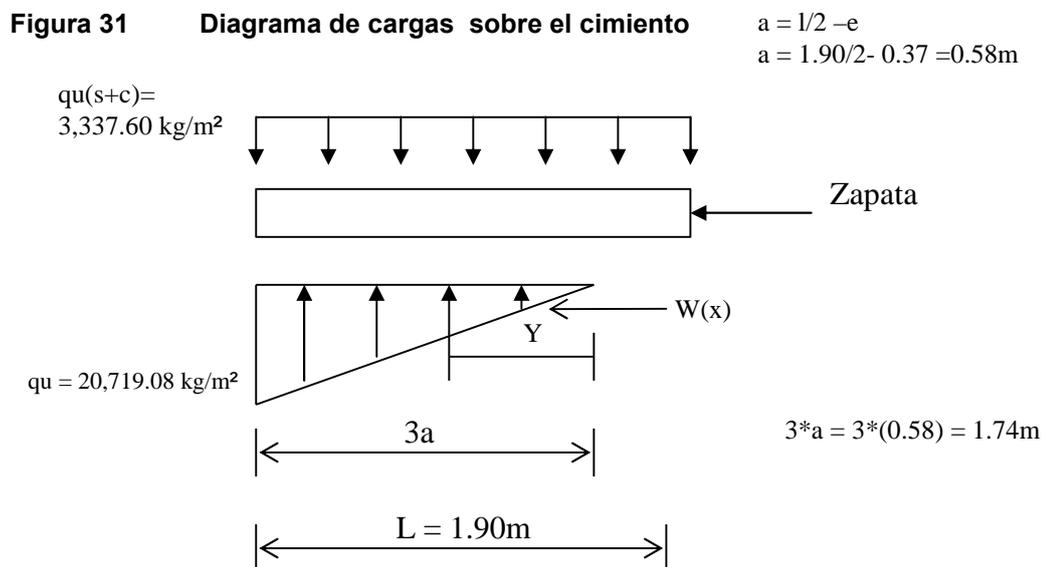
La presión última sobre el suelo y cimiento ($q_u(s+c)$) es:

$$q_u(s+c) = F_{cu} \times [(desplante \times \gamma_s + (t \times \gamma_c)]$$

$$q_u(s+c) = 1.49 \times [(1m \times 0.405 \text{ kg/m}^3 \times 1.9^3 + 0.37 \times 20,719.08 \text{ kg/m}^2)]$$

$$q_u(s+c) = 3,337.60 \text{ kg/m}^2$$

El diagrama de cuerpo libre de cargas sobre el cimiento es:



Cálculo de la ecuación de cargas por medio de relación de triángulos.

$$\frac{W(Y)}{Y} = \frac{20,719.08 \text{ kg/m}^2}{1.74 \text{ m}}$$

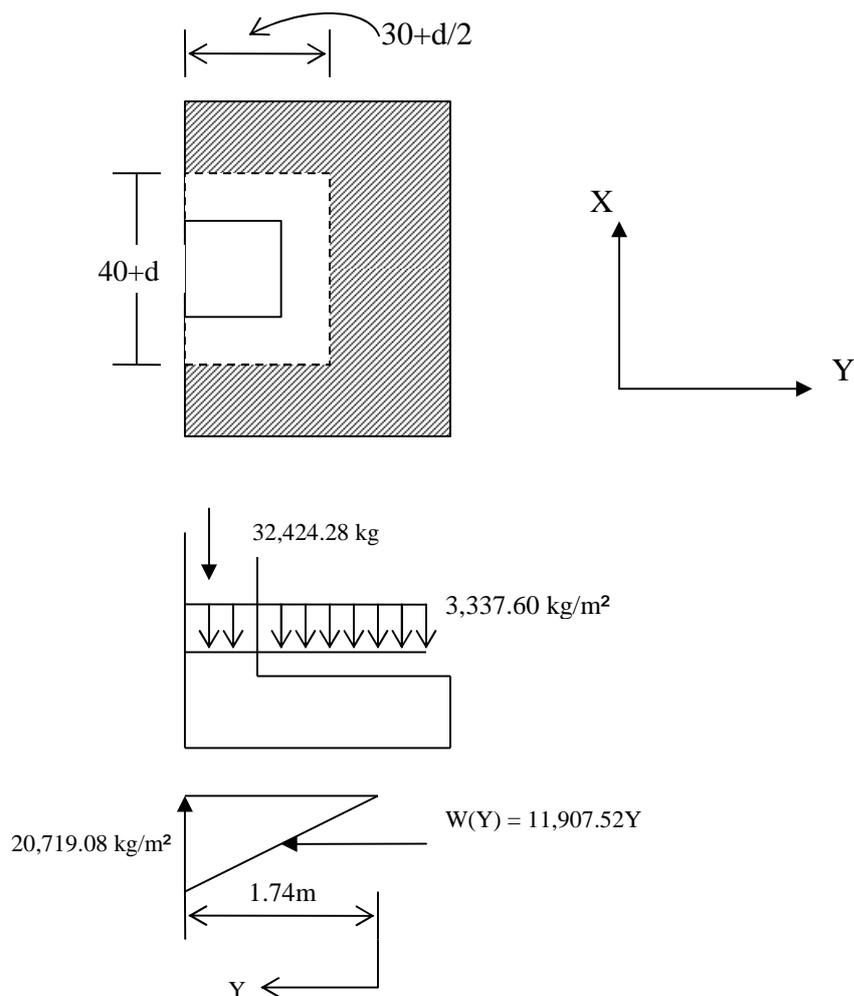
$$W(Y) = 11,907.52 Y \text{ kg/m}^3$$

3 Diseño del espesor del cimiento

Para determinar el espesor del cimiento o zapata, esta debe resistir los efectos de corte de punzonamiento y corte simple.

Chequeo por punzonamiento

Figura 32 Diagrama de punzonamiento zapata tipo 2



Peralte (d) según espesor (t) asumido:

$$d = \left(t - \frac{\phi}{2} - \text{recubrimiento} \right) = \left(35 - \frac{1.91}{2} - 7.5 \right) \text{cm} = 26.55 \text{cm}$$

Asumiendo una varilla No.6

$$40 + d = 40 + 26.55 = 66.55 \text{cm}$$

$$30 + \frac{d}{2} = 30 + \frac{26.55}{2} = 43.28 \text{cm}$$

La sección crítica de punzonamiento con respecto a "Y" se localiza en:

$$Y = 3 \times a - \left(0.30 + \frac{d}{2} \right)$$

$$Y = 1.74 \text{m} - \left(0.30 \text{m} + \frac{0.26.55 \text{m}}{2} \right) = 1.31 \text{m}$$

Sustituyendo en la ecuación de cargas W(Y) se obtiene:

$$W(1.31) = 11,907.52 \text{kg} - m \times (1.31 \text{m}) = 15,598.85 \text{kg} / \text{m}^2$$

Calculando el corte de punzonamiento actuante:

$$V_{act} = \sum F_v$$

$$V_{act} = \left[\begin{array}{l} 32,424.28 \text{kg} + 3,337.60 \text{kg} / \text{m}^2 \times (0.6655 \text{m} \times 0.4328 \text{m} - \\ \left(\frac{20,719.08 \text{kg} / \text{m}^2 + 15,598.85 \text{kg} / \text{m}^2}{2} \right) \times (0.6655 \text{m} \times 0.4328 \text{m}) \end{array} \right] = 27,55.07 \text{kg}$$

El corte resistente punzonante será:

$$VR = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{F'c} \times b_o \times d$$

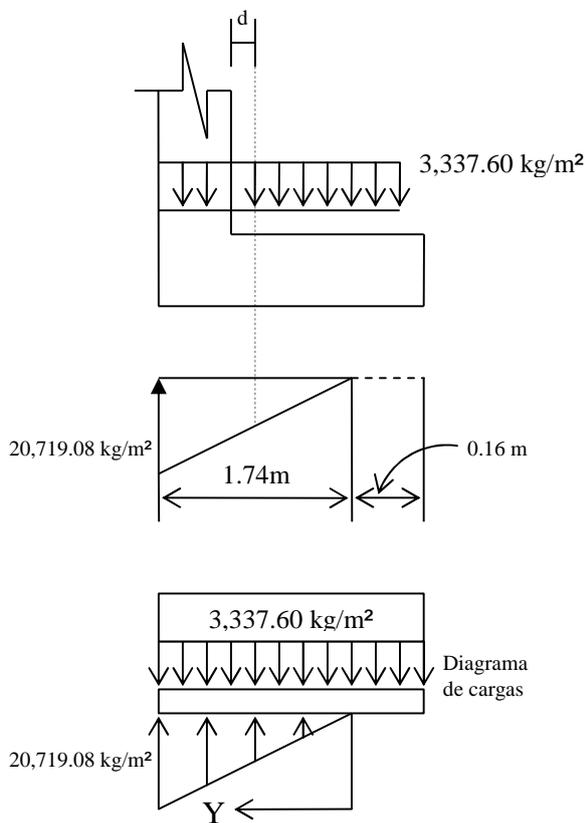
$$VR = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{210} \times (66.15 \text{ cm} + 15.8477 \text{ cm}) \times 0.65746 \text{ m} = 307.44 \text{ kg/m} + 673.8898 \text{ kg/m}$$

$$VR = 53,076 \text{ kg/m}$$

Como $VR > V_{act}$ el espesor de la Zapata resiste el corte punzonante

Cheque por corte Simple:

Figura 33 Diagrama de corte simple zapata tipo 2



Sección crítica en:

$$Y = 174 \text{ cm} - (30 + d)$$

$$Y = 174 \text{ cm} - (30 + 15.8477 \text{ cm}) = 128.1523 \text{ cm} = 1.281523 \text{ m}$$

$$Y = 117.45 \text{ cm} = 1.17 \text{ m}$$

La ecuación de corte para $0 < Y < 1.74 \text{ m}$ será:

Tomando como base el diagrama de cargas para cualquier posición de “Y” bajo la Zapata.

La ecuación de corte simple se obtiene de:

$$V = \sum F_v$$

$$V = qu \times (s) + q_1 \times (0.5) + q_2 \times (s) - \left(\frac{Y \times 11,907.52 Y}{2} \right)$$

$$V = 3,337.60 \text{ kg} / \text{m}^2 \times 0.16 + 3,337.60 \times Y \text{ kg} / \text{m}^2 - 5,953.76 \times Y^2 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$V = 534.02 + 3,337.60 \times Y \text{ kg} / \text{m}^2 - 5,953.76 \times Y^2 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Para obtener el Vmax a una distancia “Y” se deriva la ecuación de corte y se iguala a cero.

$$\frac{\partial V}{\partial Y} = 0$$

$$3,337.60 \text{ kg} / \text{m} - 11,907.52 \text{ kg} / \text{m}^2 \times Y = 0$$

Se despeja la Y se obtiene lo siguiente:

$$Y = \frac{3,337.60 \text{ kg} / \text{m}}{11,907.52 \text{ kg} / \text{m}^2} = 0.28 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación general de corte para obtener el corte máximo.

$$V \text{ max}(0.28 \text{ m}) = 534.02 \text{ kg} / \text{m} + 3,337.60 \text{ kg} / \text{m}^2 \times 0.28 \text{ m} - 5,953.76 \text{ kg} / \text{m}^3 \times (0.28 \text{ m})^2$$

$$V \text{ max}(0.28 \text{ m}) = 1001.77 \text{ kg} / \text{m} \downarrow$$

Chequeando el corte simple en la sección crítica donde Y = 1.17

$$V_{\max}(1.17m) = 534.02kg/m + 3,337.60kg/m^2 \times 1.17m - 5,953.76kg/m^3 \times (1.17m)^2$$
$$V_{\max}(1.17m) = 3,711.09kg/m \uparrow$$

Gobierna el corte en la sección crítica

El corte resistente es:

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$
$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100cm \times 26.55cm$$
$$VR = 17,332.81kg/m$$

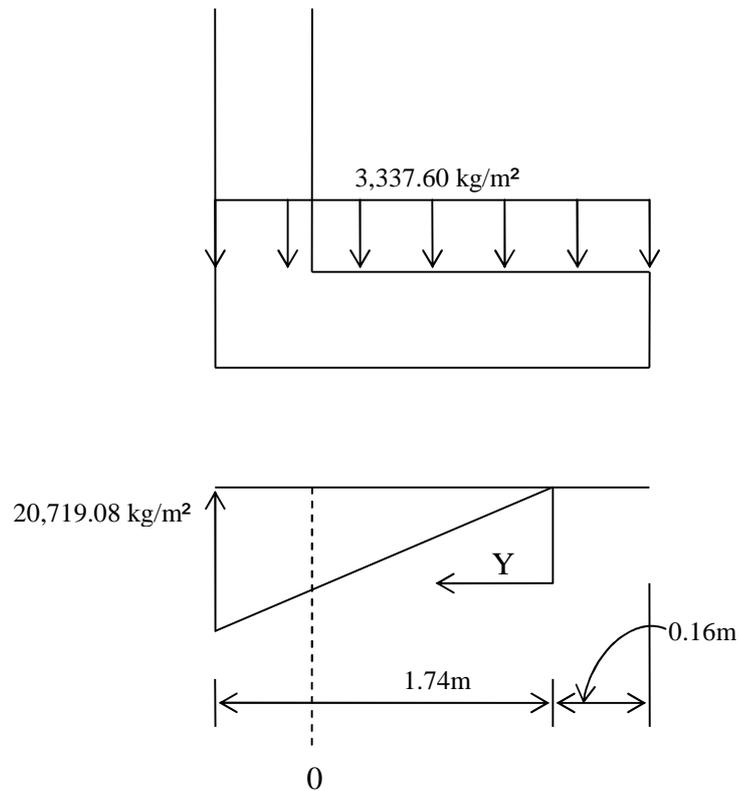
El VR > Vact. El espesor resiste tanto el corte máximo como el corte en la sección crítica.

1. Diseño de refuerzo por flexión

Flexión en sentido Y-Y

Chequeando los momentos críticos

Figura 34 Flexión en sentido Y-Y zapata tipo 2



a.- Al rostro de columna (sección crítica de flexión).

b.- Cuando M max donde $V = 0$

a.- Al rostro de la columna.

$$Y = 1.74 \text{ m} - 0.30 \text{ m} = 1.44 \text{ m}$$

b.- Cuando $V = 0$, M_{max} de la ecuación general de corte se tiene que:

$$V = 0 = 534 \text{ kg/m} + 3,337.60 \text{ kg/m}^2 \times Y - 5,953 \text{ kg/m}^3 \times Y^2$$

De la fórmula cuadrática:

$$Y(1) = -13 \text{ m}$$

$$Y(2) = 0.69 \text{ m. (respuesta requerida)}$$

La carga en los puntos críticos será: $W = 11,907.52 \times Y$

A rostro de la columna :

$$W(1.44m) = 11,907.52 \text{kg} / \text{m}^3 \times 1.44m$$

$$W(1.44m) = 17,146.83 \text{kg} / \text{m}^2$$

Para M max(0.69m) :

$$W(0.69m) = 11,907.52 \text{kg} / \text{m}^3 \times 0.69m$$

$$W(0.69m) = 8,216.19 \text{kg} / \text{m}^2$$

Haciendo ? $M_o \xrightarrow{\quad} + = M_{act}$

$$M_{act} = \left[\left(\frac{3,337.60 \text{kg} / \text{m}^2}{2} \right) \times (Y) \right] \times 0.1665 - \left(\frac{W \times Y^2}{6} \right) \times 0.747 \quad ()$$

A rostro de columna $Y = 1.44m$ y $W = 17,146.83 \text{kg} / \text{m}^2$

$$M_{act} = 1,653.82T - m$$

Para M max donde $Y = 0.69m$ y $W = 8,216.19 \text{kg} / \text{m}^2$

$$M_{act} = 553.75 \text{kg} - m$$

$$As \text{ min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times t = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 35 = 17.56 \text{cm}^2$$

Se calcula el momento que resiste (MR) el Asmin por medio de la fórmula siguiente:

$$MR = \left[(0.90 \times 1.5 \times 17.56 \text{cm}^2 \times 2810 \text{kg} / \text{cm}^2) \times 0.746 \right] \times 0.001 \quad ()$$

$$MR = \left[(0.90 \times 1.5 \times 17.56 \text{cm}^2 \times 2810 \text{kg} / \text{cm}^2) \times 0.746 \right] \times 0.001 \quad ()$$

$$MR = 1,117,684.04 \text{kg} - m$$

Como el MR es > que los momentos actuantes, usar área de acero mínimo
 El espaciamiento está dado por:

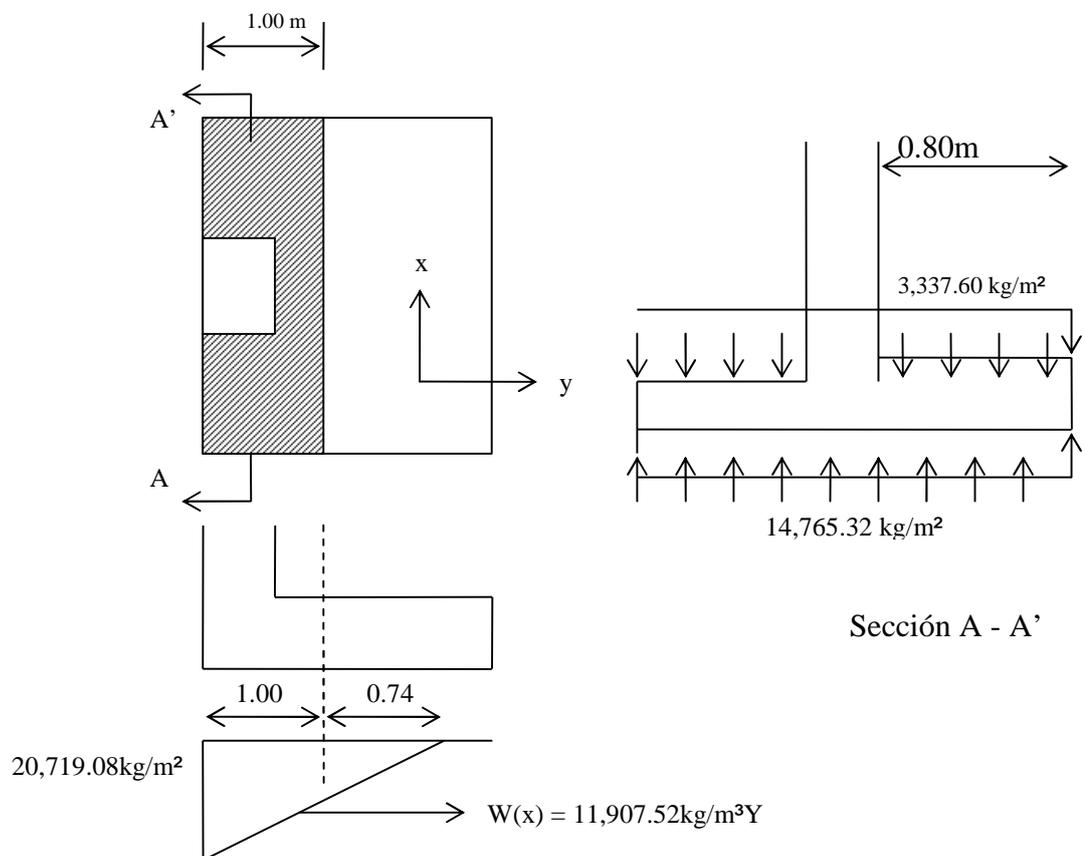
$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{2.85}{17.56} = 0.16m$$

En sentido "Y" utilizar No. 6 @ 0.15m

Flexión en sentido X -X

Para determinar la flexión en el sentido X se toma una qpromedio. Ya que la presión del suelo es variable, para esto se toma una distancia significativa del borde de la zapata hacia adentro como se muestra en la figura:

Figura 35 Diagrama de flexión sentido X-X zapata tipo 2



La presión a 1.00m se da cuando $Y = 0.74m$

$$W(Y) = 11,907.52 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 0.74m$$

$$W(Y) = 8,811.56 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Tomando la presión promedio se tiene que:

$$q(\text{promedio}) = \left(\frac{20,719.08 + 8,811.56}{2} \right) = 14,756.32 \text{ kg} / \text{m}^2$$

El momento a rostro de columna en el sentido X-X será:

$$Mu = \left[\frac{14,765.32 \text{ kg} / \text{m}^2 \times (0.80m)}{2} - \frac{3,337.60 \text{ kg} / \text{m}^2 \times (0.80m)}{2} \right]$$

$$Mu = 3,656.78 \text{ kg} - m$$

El peralte efectivo en el sentido "X" será:

$$dx = dy - \frac{\phi y}{2} - \frac{\phi x}{2} \quad \phi = \text{diámetro de varilla \#6}$$

$$dx = 26.55 - \frac{1.91}{2} - \frac{1.91}{2} = 24.64 \text{ cm}$$

Teniendo:

$$Mu = 3,656.87 \text{ kg-m}$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^3$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$dx = 24.64 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b * d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 24.64 = 12.36 \text{ cm}^2$$

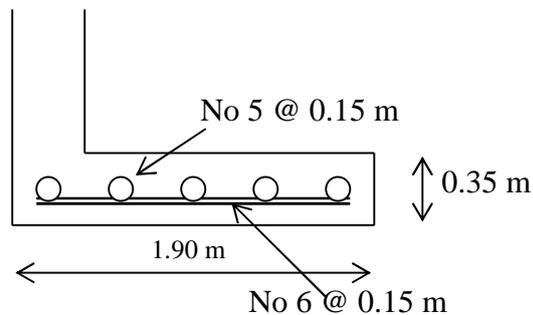
As requerida: 5.98 cm² Usar Asmin = 12.36 cm²

Espaciamiento :

$$S = \frac{A_v}{A_s} = \frac{1.98}{12.36} = 0.16 \text{ m} \quad A_v = 1.98 \text{ cm}^2 (\text{No}5)$$

Colocar No 5 @0.15m en sentido X

Figura 36 Armado final de zapata tipo 2



2.1.6.4.5 Diseño de escaleras

El ritmo general de vida exige que las escaleras puedan ser recorridas de modo rápido y seguro con el menor gasto de energía posible. Para su ubicación se debe tomar en cuenta que la circulación de los diferentes niveles no sea problemática, además debe tener iluminación y ventilación aceptable.

La forma y disposición que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación, del espacio que el proyecto les otorgue y finalmente del material y tipo de construcción escogida.

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera.

$$.- C \leq 20cm$$

$$.- H > C$$

$$.- 2 \times C + H \leq 64cm \text{ (valor cercano)}$$

$$.- C + H = 45 \text{ a } 48cm$$

$$.- C \times H = 480 \text{ a } 500cm^2$$

Donde : C = contra huella y H = huella

Datos:

$$CV = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$C = 16 \text{ cm}$$

Chequeando las relaciones de comodidad

$$C = 16cm < 20cm \text{ oK}$$

$$H = 30cm > 16cm \text{ oK}$$

$$.- 2 \times C + H = 2 \times 16 + 30 = 62cm \text{ oK}$$

$$.- C + H = 16 + 30 = 46 \text{ oK}$$

$$.- C * H = 16 \times 30 = 480cm^2 \text{ oK}$$

Espesor de la losa:

$$T = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$T = \frac{(5.50 \times 2 + 0.55 \times 2) \times 32}{180} = 0.7462 \text{ m} = 74.62 \text{ cm}$$

$$T = 11 \text{ cm}$$

Integración de Cargas:

. Peso propio de escaleras:

$$1.4 \times \gamma_c \times \left(t + \frac{c}{2} \right) = 1.4 \times \gamma_c \times \left(0.11 + \frac{0.16}{2} \right) = 638.40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados de granito} = 1.4 \times 100 = 140 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de carga muerta} = 778.40 \text{ kg/m}^2$$

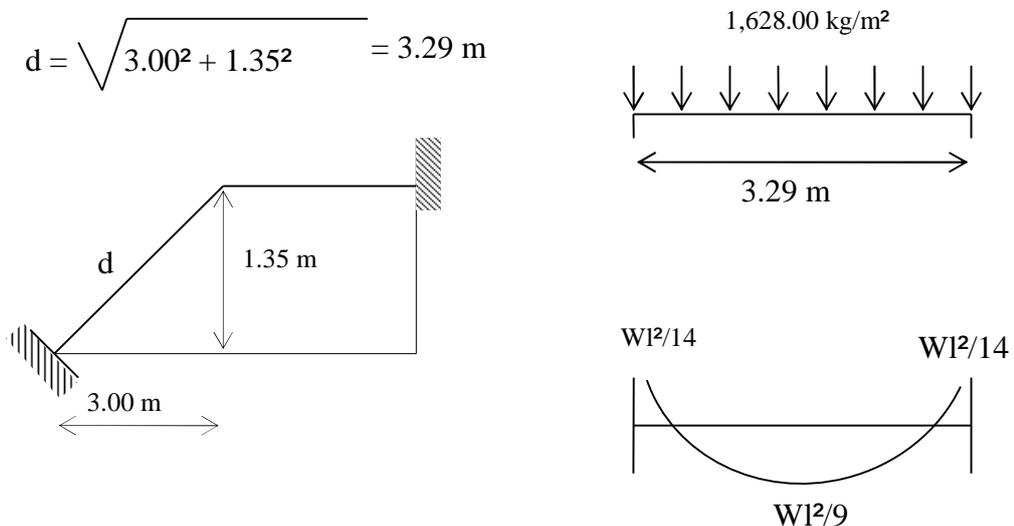
Carga viva:

$$\text{Edificación escolar} = 1.7 \times 500 = 850 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total}(W_u) = 788 + 850 = 1,628.00 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

Figura 37 Distribución de cargas y momentos en escaleras



$$M(+)=\left(\frac{Wu \times L^2}{9}\right)=\left(\frac{1,628 \text{ kg/m}^2 \times (3.29 \text{ m})^2}{9}\right)=1,957.96 \text{ kg-m}$$

$$M(+)=\left(\frac{Wu \times L^2}{14}\right)=\left(\frac{1,628 \text{ kg/m}^2 \times (3.29 \text{ m})^2}{14}\right)=1,258.69 \text{ kg-m}$$

Cálculo del Refuerzo

Datos:

b = 100 cm

Se utilizará varillas No.4

F'c = 210 kg/cm

Fy = 2,810 kg/cm²

$$d = T - \text{recurimiento} - \frac{\phi}{2} = 11 - 2.5 - \frac{1.27}{2} = 7.86 \text{ cm}$$

utilizando varillas No.4

Para Mu(+) = 1957.96 kg-m

$$As = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 \times F'c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'c}{Fy} = 0 \quad 0 \quad 1 \quad 170.88 \quad 307.5298 \quad \text{Tm} \quad ()$$

$$As = \left[100 \times 7.86 - \sqrt{(100 \times 7.86)^2 - \frac{1,957.96 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2,810} = 1 \quad 219.6 \quad 241.5298 \quad \text{Tm} \quad ()$$

$$As(+)=11.92 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento :

$$S = \frac{Av}{As} = \frac{1.27}{11.92} = 0.10 \text{ m} \quad Av = 1.27 \text{ cm}^2 \text{ (No4)}$$

Para As(+):

Utilizar varillas No 4 @ 0.10m

Para $A_s(-)$ utilizar el $M(-) = 1,258.69 \text{ kg-m}$

$$A_s(-) = 7.26 \text{ cm}^2$$

Utilizar Varilla No. 4 @ 0.16m

Límites de acero:

$$A_s \text{ min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 7.86 = 3.95 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = 0.85 \times \left[\frac{210}{2810} \times \left(\frac{6090}{2810 + 6090} \right) \times 0.85 \right] = 0.0369$$

$$\rho \text{ max} = 0.5 \rho_{bal}$$

$$\rho \text{ max} = 0.5 \times 0.0369 = 0.01845$$

$$A_s \text{ max} = \rho \text{ max} \times b \times d$$

$$A_s \text{ max} = 0.01845 \times 100 \times 7.86 = 14.54 \text{ cm}^2$$

Acero por temperatura

$$A_s = 0.002 \times b \times T$$

$$A_s = 0.002 \times 100 \times 11 = 2.20 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento máximo} = 3 \times T = 3 \times 11 = 33 \text{ cm}$$

Colocar varillas No3 @ 0.30m

El acero por temperatura debe colocarse en sentido perpendicular a el refuerzo por flexión.

Los detalles de las escaleras se encuentran detallados en los planos constructivos que aparecen en la sección de anexos.

2.1.7 Planos de Escuela

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo.

Los planos que se elaboraron para la edificación escolar se pueden observar en la sección de anexos.

2.1.8 Presupuesto

Para realizarlo se tomaron los planos de la escuela así como la ubicación de la aldea San Pedro y los recursos con que esta cuenta.

Tabla IX Resumen de presupuesto de edificio escolar

PRESUPUESTO PARA ESCUELA ALDEA SAN PEDRO				
RESUMEN POR RENGLONES DE TRABAJO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL EN Q.
Preliminares	Global	1	Q. 100,173.00	Q. 100,173.00
Cimentaciones	m ²	670	Q. 500.03	Q. 335,022.58
Levantado Primer Nivel	m ²	1581	Q. 482.37	Q. 762,626.46
Losa de Entrepiso	m ²	805	Q. 331.77	Q. 267,076.70
Gradas	m ²	91.58	Q. 585.55	Q. 53,624.51
Levantado Segundo Nivel	m ²	1581	Q. 425.51	Q. 672,728.96
Losa Final	m ²	953	Q. 250.45	Q. 238,681.77
Instalaciones Hidráulicas	ml	125.67	Q. 46.34	Q. 5,823.39
Instalaciones Drenajes	ml	645	Q. 256.11	Q. 165,192.15
Instalaciones Eléctricas	ml	746.72	Q. 63.83	Q. 47,663.85
Pisos	m ²	1906	Q. 156.49	Q. 298,266.17

Continúa				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL EN Q.
Acabados en Paredes y Losas	m ²	2610.51	Q. 81.05	Q. 211,586.00
Instalaciones Finales	Global	1	Q. 199,041.88	Q. 199,041.88
Muro Perimetral Faltante	m ²	137.25	Q. 291.77	Q. 40,045.05
COSTO TOTAL DE PROYECTO				Q. 3,397,552.47

2.1.9 Cronograma de ejecución

Para elaborar un cronograma se deberá hacer un ordenamiento de cada una de las fases de trabajo, tratando de no omitir el más mínimo detalle tanto en materiales como en mano de obra.

Para realizar un programa de ejecución e inversión requiere de experiencia, razón por la que deberá de poner en práctica la elaboración de este programa cada vez que elabore un presupuesto.

Nota: Tomando en cuenta de que no se sabe la fecha y las circunstancias en que el proyecto pueda ser ejecutado y tomando en cuenta los cambios en precios que pueden ocurrir con el tiempo, tampoco se sabe si se utilizar maquinaria o cuantos obreros trabajaran. El cronograma será una estimación grosso modo de cuanto tiempo puede tardar una actividad.

Tabla X Cronograma de edificio escolar

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Trabajos preliminares	■						
Cimentaciones	■	■					
Levantado del primer nivel		■	■				
Losa de entrepiso			■	■			
Gradas				■			
Levantado segundo nivel				■	■		
Losa final					■	■	
Instalaciones hidráulicas			■				
Instalación de drenajes			■				
Instalaciones eléctricas						■	
Pisos							■
Acabados						■	■
Instalaciones Finales							■
Muro perimetral Faltante		■					

Nota: Los costos de cada actividad se encuentran detallados en el resumen de presupuesto (figura 28).

2.2 Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la Aldea El Bran, Conguaco Jutiapa

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Brán, la cual tiene una población de 759 habitantes.

Se diseñará también la tubería principal y secundaria, los pozos de visita y conexiones domiciliarias. Se propondrá un programa de mantenimiento y operación del mismo.

2.2.2 Estudios topográficos

2.2.2.1 Altimetría

La nivelación permitió conocer la sección vertical del terreno, la determinación del perfil del eje principal y la pendiente del terreno natural.

Para Los trabajos topográficos se utilizó una estación total marca Sokkia Set 4, los resultados obtenidos se pueden observar en la sección de anexos.

2.2.2.2 Planimetría

Este trabajo se realizó para obtener la presentación gráfica en planta del terreno. Así de esta forma localizar la línea central, secciones transversales u la ubicación de los servicios existentes en la vía principal de la comunidad. La planimetría se realizo con el método de conservación del azimut y se utilizó una estación total marca Sokkia Set 4, los resultados pueden observarse en la sección de anexos.

2.2.3 Período de diseño

El período de diseño adoptado para todos los componentes del sistema de este proyecto es de 30 años, se considero 1 año adicional de gestión para obtener el financiamiento y para la construcción del mismo, por lo que el período de diseño es de 31 años.

2.2.3.1 Cálculo de población futura

Para calcular la población futura o la cantidad de habitantes que utilizaran el servicio al final del período de diseño, se aplicó el incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio. Para el cálculo de la población futura se tomó una tasa de 6.7 % (obtenida por el instituto nacional de estadística INE). Tomando en cuenta que muchos habitantes de las aldeas vecinas emigrado a la aldea El Bran.

2.2.3.1.1 Incremento geométrico

Para el presente caso se optó por utilizar el método de incremento geométrico en el cálculo de la población futura porque teóricamente se ha comprobado que las poblaciones en vías de desarrollo crecen en forma geométrica o exponencial, por lo tanto éste método responde más a la realidad.

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

En donde:

Pf = Población futura para determinado período de diseño

Po = Población del último censo o actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

N = Período de diseño

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n = 759 \times \left(1 + \frac{6.7}{100}\right)^{31} = 5,667 \text{ habitantes}$$

2.2.4 Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado

Para el diseño un sistema de alcantarillado sanitario, se debe de considerar varios aspectos que son importantes los cuales se pueden mencionar: la ubicación geográfica, el clima, las características de la población, sistema de abastecimiento de agua, topografía entre otros.

2.2.4.1 Dotación

La dotación se puede definir como la estimación de la cantidad de agua que cada día un habitante, la cual depende de factores como: clima del lugar, costumbres nivel de vida de las personas entre otras cosas.

2.2.4.2 Caudal

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería. El principio fundamental para el diseño de alcantarillados es: el drenaje funciona como un canal abierto, es decir que, la tubería no funciona a presión.

2.2.4.3 Velocidad de Flujo

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, diámetro y el tipo de tubería a utilizar (T.C. o PVC). La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , en donde v es la velocidad real del flujo y V es la velocidad a sección llena; la norma ASTM 3034 recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillados no sea menor de 0.40 m/s para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas: y la máxima recomendable es de 5.00 m/s.

Para velocidades mayores se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto, estos parámetros son válidos sólo cuando se opte por utilizar tubería de PVC. Si se opta por utilizar tubería de concreto (T.C.), las velocidades se restringen, deben ser mayores que 0.60 m/s y menor que 3.00 m/s

2.2.4.4 Tirante o Profundidad

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10% del diámetro de la tubería y menor que el 75 %; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, lo da la relación de tirantes d/D , en donde d es la altura y D es el diámetro interior de la tubería.

2.2.5 Factor de Retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua que después de ser utilizada, vuelve al drenaje. El valor puede oscilar entre 0.7 a 0.90. La decisión de tomar cualquiera de estos valores influirá mucho en los costos que el proyecto va a representar. Un valor mayor de este factor, dará como resultado, caudales grandes, diámetros de tuberías grandes, lo que implicaría altos costos, por contrario, un valor pequeño de este factor, dará caudales pequeños y por consiguiente, diámetros de tuberías pequeños y se reducirían los costos.

2.2.6 Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se evacua hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado

íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable. Para la aldea El Bran, en este caso tomando en cuenta el tipo de casa el clima y las costumbres de las personas se utilizó una dotación de 120 lts/hab/día; que también debe ser afectado por el factor de retorno al calcularlo.

$$Q.dom = \frac{Dot \times num.hab. \times FR}{86,400} = \frac{200 \times 5.667 \times 0.8}{86,400} = 10.49 \text{ lt/s}$$

En donde:

Dot = Dotación (lt/hab/día)

Núm.Hab = Número de habitantes futuros o población futura.

Q.dom = Caudal domiciliario (lit/s)

FR = Factor de retorno.

2.2.7 Caudal de conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de las aguas pluviales (de los techos y patios) a la red sanitaria; se deben evaluar los caudales y adicionarlos al caudal de diseño. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de las conexiones domiciliarias y que puede variar entre 0.5% a 2.5% o tener en cuenta el criterio que algunas instituciones ya han establecido, siendo estas:

- a) El INFOM, toma la conexión ilícita como el 10% del caudal domestico
- b) Otros autores, determinan la conexión ilícita en 150 lts/hab/día
- c) La municipalidad de Guatemala calcula la conexión ilícita en 100 lt/hab/día.
- d) La Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, indica que se puede asumir un caudal de 50 lt/hab/día.

- e) El método racional (se puede utilizar cuando se tiene la información suficiente)

$$Q_{ci} = \left(\frac{C \times I \times A}{360} \times 1000 \right) \% \text{ viviendas}$$

Donde:

Q_{ci} = Caudal de conexiones ilícitas (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía, el que depende de la superficie.

A = Área en hectáreas

I = Intensidad de lluvia en el área (mm/h)

% = Porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

Para el presente proyecto se utilizó el criterio de la municipalidad de Guatemala.

$$Q_{ci} = \frac{Dot \times num.hab.}{86,400} = \frac{100 \times 5,667}{86,400} = 6.56 \text{ lt / s}$$

2.2.8 Caudal de Infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: la permeabilidad del suelo, longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca. Como depende de muchos factores externos. Se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por kilómetro por día, su valor puede variar entre 12,000 y 18,000 lt/km/día.

$$Q_{inf} = \frac{F.inf \times (L.tubería + num.Casas \times 6m)}{86,400}$$

Donde:

$Finf$ = Factor de infiltración y que varía entre 12,000 = $Finf$ = 18,000lt/hab/día

L.tubería = Longitud de la tubería

Para este caso, no existe caudal de infiltración por utilizar porque se utilizó tubería de P.V.C.

2.2.9 Caudal comercial e Industrial

Se define como la cantidad de aguas negras que desecha el comercio y la industria, está en función de la dotación de agua asignado para estos fines. La dotación para estos caudales oscila entre: 600 a 3,000 lt/hab/día y 1000, a 18,000 lt/hab/día respectivamente.

Para el proyecto de la aldea El Bran, tomando en cuenta que los comercios son pequeños y no existen industrias, se tomo en cuenta únicamente una escuela que se encuentra en construcción la cual según información del comité de vecinos no solo albergara a los estudiantes, sino al contar con campo de fútbol servirá para la recreación de toda la aldea y de aldeas vecinas y como centro de reunión para los habitantes de la aldea.

Este caudal se toma con base a la cantidad de alumnos por una dotación de agua que en este caso según el manual de fosas sépticas del departamento de salud bienestar de E.U.A. es de 60 lt/hab/día.

Nota: Por razones didácticas, a la escuela se le tomará en cuenta como caudal comercial; pero se debe de tomar en cuenta que los centros educativos públicos y privados si son como en este caso de tamaño considerable, por lo tanto, se deben de analizar por aparte.

$$Q.com = \frac{Dot \times num.hab}{86,400} = \frac{60 \times 240}{86,400} = 0.17lt/s$$

2.2.10 Factor de caudal medio

Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país.

Este factor debe ser mayor a 0.002 y menor que 0.0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera debajo de 0.002 se optará éste y si por el contrario el valor calculado estuviera arriba de 0.0050 se tomará como valor para el diseño 0.0050; considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobre diseño o en un subdiseño, según sea el caso.

$$FQM = \frac{Q_s}{No.hab.futuro} \quad \text{Donde } Q_s = \sum Q.dom + Q.com + Q.ind + Q.ci + Q.inf$$

$$FQM = \frac{17.22}{5,667} = 0.003 \text{ OK}$$

2.2.11 Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{donde } P = \frac{Población Futura}{1000}$$

2.2.12 Caudal de diseño

Es el caudal para el cual se diseña un tramo del sistema de alcantarillado o drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

$$Q_{dis} = Num.hab \times FQM \times FH$$

2.2.13 Determinación de la ruta

Al realizar la selección de la ruta que seguirá al agua se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Iniciar el recorrido de los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- b) Para el diseño, debe seguir la pendiente del terreno, con esto se evitará una excavación profunda y disminuir así costos de excavación.
- c) Acumular los cuales mayores en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que la tubería se le dé otra pendiente ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.
- d) Evitar el agua en contra de la pendiente del terrenos.

2.2.14 Pendiente

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones

hidráulicas y las velocidades permisibles. Para tubería de PVC no existe pendiente mínima, esta va a ser aquella que dé como resultado una velocidad mínima; dentro de las viviendas se recomienda una pendiente de 2%, lo que asegura un arrastre de excretas. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda en lo posible acumular la mayor cantidad de caudales, para poder así, generar una mayor velocidad.

En cuando a los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada y que pueda ocasionar velocidades mayores a las establecidas, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por caída debidamente dimensionada.

2.2.15 Cálculo de las cotas Invert

Se denomina cota Invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma en cuenta como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas Invert.

- a) La cota Invert de salida de un pozo tres centímetros debajo de la cota Invert de la tubería que entra al pozo.
- b) Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota Invert de entrada.

2.2.16 Diámetro de la tubería

En el diseño de alcantarillado es uno de los elementos que hay que calcular, para lo cual se deben seguir ciertas normas para evitar que la

tubería se obstruya. Según las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para el sistema de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8" cuando se utilice tubería de concreto y de 6" cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetros mínimo con tubería de concreto es de 6" y 4" para PVC.

2.2.17 Pozos de Visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general. Están contruidos de ladrillo y concreto reforzado, de forma cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma de cono truncado y con tapa removible, la cual se construye con el objeto de permitir el acceso y mantenimiento de la estructura. Las paredes del pozo deben estar impermeabilizadas con repello más cernido liso, el fondo está conformado de concreto; para realizar la inspección o limpieza los pozos profundos deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. La profundidad que poseen estos pozos es variable.

2.2.18 Especificaciones para pozos de visita

Un pozo de visita debe

- . Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección
- . Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección
- . Proporcionar ingreso de oxígeno al sistema

Y se colocarán en los siguientes puntos:

- . Al inicio de cualquier ramal
- . En intersecciones de dos o más tuberías
- . En distancias no mayores de 100m
- . En las curvas no más de 30m
- . Alivio o cambio de pendientes

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100m. El intervalo puede ser mayor en materiales como PVC, que disminuyen substancialmente los problemas de limpieza y mantenimiento, comparado con otros tipos de tubería que tienen pobre características de flujo y son propensos a penetración de raíces y daños. Para el presente, los pozos de visita se construirán con ladrillo de barro cocido con un acabado liso e impermeable, sus respectivos escalones.

2.2.19 Conexiones domiciliare

Es la tubería que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificios al alcantarillado central. Ésta consta de las siguientes partes:

2.2.19.1 Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será 45 cm. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; éstos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.2.19.2 Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2%, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos.

La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior y un ángulo de 45° aguas abajo. Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

Para este caso en la candela se utilizó una tubería de cemento de 12" la tubería secundaria con un diámetro de 4 pulgadas.

2.2.20 Profundidad de la tubería

La profundidad de la tubería de la parte superior de la tubería, con respecto al nivel de la superficie, es normal mente de 1.20 m, salvo en climas extremadamente fríos donde se fan temperaturas inferiores a 0°C y la penetración de heladas es profunda, es necesario disponer la tubería a mayor profundidad.

2.2.21 Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la

tubería de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a utilizar y la longitud entre pozos. Se puede calcular de la siguiente manera:

$$Vol = \left(\frac{H1 + H2}{2} \right) \times d \times t$$

Donde:

Vol = volumen de excavación (m³)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

D = distancia entre pozos (m)

T = ancho de la zanja (m)

2.2.22 Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres y que están en contacto del aire, a los cuales se les conoce como animales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal puede ser abierta o cerrada, en el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del, agua está sometida a la presión atmosférica y eventualmente a presiones producidas por gases que se forman en el canal.

2.2.23 Ecuación de Manning para flujos en canales

El análisis y las investigaciones de las características del flujo hidráulico han permitido que los sistemas de alcantarillado, construidos con tuberías plásticas, pueden ser diseñados conservadoramente utilizando la ecuación de Manning. La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 mg/l) usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es

suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al del agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo aunque la mayoría de los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varia, se considera como flujo a superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidades y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan al flujo de aguas en el canal; una de las formulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V = C \times \sqrt{Rh \times S}$$

Donde:

V = velocidad m/s

Rh = radio hidráulico

S = pendiente m/m

C = coeficiente

En la ecuación de Chezy, la constante C varía de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C = \frac{(Rh)^{1/6}}{n}$$

Donde n , es el coeficiente de rugosidad, el cual depende del material del que esté hecho el canal. Al sustituir C en la fórmula de Chezy, se obtiene:

$$V = \frac{(Rh)^{1/6} \times S^{1/2}}{n}$$

La que se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Y para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \frac{0.03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad D = \text{Diámetro en pulgadas}$$

2.2.24 Ecuaciones a sección llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad y el caudal se emplean las siguientes fórmulas:

$$V = \frac{0.03429 \times D^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad y \quad Q = A \times V$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (m^3/s)

A = área de la tubería

V = Velocidad a sección llena (m/s)

n = rugosidad de la tubería (comercialmente para PVC = 0.010 y T.C. = 0.013)

2.2.25 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad y caudal, se relacionan los términos de la sección llena con los de la sección parcial. Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas, se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), donde q es el caudal de diseño entre el caudal a sección llena (Q); el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, donde también se podrá encontrar las relaciones (v/V) y (d/D).

2.2.26 Diseño del alcantarillado sanitario

A continuación se presenta un ejemplo para el diseño del tramo PV-4 al PV-5.

Datos del diseño:

Período de diseño	31 años
Dotación de agua potable	120 lt/hab/día
Factor de retorno	0.80
Longitud del tramo	18.56 m
Longitud acumulada en el tramo	107.76 m
Cota de terreno PV4	1000.00 MSNM
Cota de terreno PV 5	998.41 MSNM

Población de diseño: Se obtiene del total de metros que están comprendidos entre el PV-4 y PV-5, ya que estamos trabajando con longitudes acumuladas.

$$Población\ Futura = Longituda\ acumulada \times Densidad\ por\ metro\ lineal$$

Densidad de población por metro para población futura:

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = \frac{Población\ futura}{Longitud\ de\ tubería} = \frac{5,667\ habitantes}{800ml}$$

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = 7.08hab/ml$$

Nota: esta es la población estimada para 31 años

Densidad de población por metro para población actual

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = \frac{Población\ actual}{Longitud\ de\ tubería} = \frac{759\ habitantes}{800ml}$$

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = 0.95hab/ml$$

Población Futura Acumulada (P.f.a):

$$P.f.a = Longitud\ a\ acumulada \times Densidad\ por\ metro\ lineal$$

$$P.f.a = 107.76ml \times 7.08hab/ml$$

$$P.f.a = 763\ habitantes$$

Factor de caudal medio (Fqm) = 0.003(su cálculo se explica en sección 2.2.10)

Pendiente del terreno:

$$S = \left(\frac{\text{Cota inicial} - \text{Cota final}}{\text{Longitud del tramo}} \right) \times 100$$

$$S = \left(\frac{1000.00 - 998.41}{18.56} \right) \times 100 = 8.54 \%$$

Tomando en cuenta que la pendiente del terreno es bastante inclinada y puede provocar velocidades que sobrepasen los límites establecidos por la norma ASTM 3034. se opta porque la tubería tenga otra pendiente la cual se escoge de acuerdo a las condiciones del terreno (ver planos en sección de anexos). La **pendiente de la tubería será de 2%**.

Factor de Harmond (ver sección 2.211)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{donde} \quad P = \frac{\text{Población Futura}}{1000}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{763}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{763}{1000}}} = 3.87$$

Caudal medio acumulado (Q.med acum.)

$$Q_{med.acum} = F_{qm} \times No.hab. = 0.003 \times 763 = 2.29 \text{ lt / s}$$

Caudal de diseño: Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, hay que afectar el caudal medio acumulado por el factor Harmond o factor de flujo el cual suele variar entre 1.5 a 4.5.

$$Q_{dis} = Q_{med.acum} \times FH = 2.29 \text{ lt / seg} \times 3.87 = 8.86 \text{ lt / seg}$$

El caudal de diseño es el caudal que se diseña para un tramo del sistema cumpliendo con los requisitos de velocidad del tirante.

CHEQUEO

Datos:

Pendiente del terreno(s) = 2%

Diámetro de tubería (D) = 6"

Caudal de diseño = 3.70 lt/seg.

Con las fórmulas de Manning se obtiene el caudal y velocidad a sección llena:

Velocidad:

$$V = \frac{0.03429}{n} \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \frac{0.03429}{0.010} \times 6^{2/3} \times 0.02^{1/2} = 1.60 \text{ m/s}$$

Caudal:

$$Q = A \times V = 1.60 \times \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times (6)^2 \times 0.25 \right] = 5.28477 \text{ l/s} \approx 0.746 \text{ l/s}$$

Relaciones Hidráulicas:

$$\frac{q}{Q} = \frac{8.86}{29.21} = 0.1269$$

Relaciones d/D y v/V:

Tomando el valor de q/Q se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0.241 \text{ cumple con la condición de } 0.10 < \frac{d}{D} < 0.75$$

$$\frac{v}{V} = 0.686$$

Despejando v queda:

$$v = 0.686 \times V = 0.686 \times 1.60 = 1.10 \text{ m/s (cumple con } 0.40 < v < 5.00)$$

Cálculo de cotas Invert:

Se procede de la siguiente manera:

$$CEI = CISpv^4 - S.tubo \times DisH$$

$$CEI = 997.68 - 0.02 \times 18.56 = 997.31$$

Los cálculos del presente ejemplo son con poblaciones futuras acumuladas, pero en la tabla de cálculo se encuentran los cálculos tanto para poblaciones futuras como para poblaciones actuales.

Para los demás tramos se procede de la misma manera, chequeando siempre que los valores calculados para la velocidad, relación de tirantes están siempre dentro de los rangos establecidos.

El diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario puede verse en la tabla de diseño hidráulico en la sección de anexos.

2.2.27 Planeamiento del desfogue

Después de realizar una visita al lugar donde se ejecutará el proyecto se constató que existe un lugar el cual se podrá desfogar el efluente del sistema, pasando por tratamiento previo.

2.2.28 Propuesta de tratamiento

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen sólidos en suspensión (desechos), provenientes de las actividades de los seres humanos. Frescas son de color gris y olor a moho. Con el tiempo a un color negro y su olor es ofensivo. Aun cuando en las aguas negras sanitarias solo el 600 mg/l de su peso es de sólidos, requieren tratamiento para evitar cualquier molestia.

Las razones para tratar las aguas negras se pueden resumir de la siguiente forma:

. Consideraciones higiénicas:

Eliminar o reducir al máximo los organismos patógenos de origen enterico, para evitar la contaminación que contribuya a trastornos orgánicos en las personas.

. Consideraciones estéticas:

Eliminar todas aquellas materias orgánicas o de otro tipo que son ofensivas para el bienestar, grado y salud de las comunidades que inciden en el aspecto estético y urbanístico de los sectores cercanos a donde escurren las aguas negras.

.Consideraciones económicas:

Las aguas negras sin tratamiento, diluidas a un río, lago u otro podrían desvalorizar la propiedad, perjudica los servicios de las aguas para consumo humano, industrial y disminuyen la cantidad del agua de regadillo.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, es necesario que el efluente sea tratado previamente a ser desfogar, por la que se explica a las autoridades municipales que debe existir una planta de tratamiento para las aguas negras. Sin embargo tomando en cuenta el costo que tendría el diseño construcción y mantenimiento de una planta de tratamiento de lo tendría que estar a cargo un ingeniero sanitaria, se propone que el efluente pase por un tratamiento primario antes de desfogar hacia un cuerpo receptor o hacia una futura planta de tratamiento.

2.2.28.1 Fosa séptica con pozo de absorción

Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos es la fosa séptica.

La fosa séptica son tanques que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios; para conseguir un correcto funcionamiento, las fosas sépticas, independientemente del material de construcción empleado, deben ser estructuralmente resistentes. Para limitar la descarga de sólidos en el efluente de la fosa séptica, se usan tanques de dos compartimientos. El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de sedimentación, pudiéndose guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud.

Dentro del tanque se definen varias capas. La zona de almacenamiento o capa de fango, se ubica en el fondo, de donde se acumulan los sólidos o lodos, en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos, sobre estos se encuentran las grasas

o natas que son materiales ligeros y ascienden a la acumulación de material flotante. Por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de materia.

2.2.28.2 Justificación de la propuesta de tratamiento

Los desperdicios líquidos domésticos no tratados, rápidamente atascarían las formaciones más porosas de grava. La fosa séptica condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente por el subsuelo. LA función más importante de la fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. El proceso de filtración se lleva a cabo por medio de los pozos de absorción.

La fosa séptica representa un medio de tratamiento práctico y accesible para el tratamiento de las aguas negras, tomando en cuenta de que no ocupan un espacio muy grande, no es necesario la construcción de muchos tanque y su mantenimiento es relativamente barato en comparación con los costos que llevaría la construcción de una planta de tratamiento.

2.2.29 Diseño de la fosa séptica

Diseño hidráulico:

Los siguientes datos se utilizan en el diseño de la fosa séptica:

Período de retención = 24 horas

Número de habitantes a servir = 759 habitantes

Caudal de desechos 80 lt/hab/día

Período de limpieza 6 meses

Lodos acumulados 30 lts/día

Peso específico del concreto (γ_c): 2400kg/m³

Peso específico del suelo (γ_s) = 1400kg/m³

Peso específico del agua (ρ_a) = 1000 kg/m³

$$\text{Relación largo / ancho} : \frac{L}{A} = 2$$

$$\text{Caudal}(Q) = q \times N \times FR$$

Donde q = caudal de aguas negras y N = habitantes futuros

$$\text{Caudal} = (80 \text{ l/hab} \times \text{día} \times 0.5 \text{ hab}) \times 1050 = 42000 \text{ l/día} = 42 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Cálculo del volumen } V = Q \times T$$

Donde T = período de retención

$$\text{Volumen} = \left(\frac{48,576 \text{ lt / hab} \times 24 \text{ horas}}{24 \text{ horas / día}} \right) = 48,576 \text{ lt}$$

$$V = 48.60 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen para lodos:

$$V = N \times \text{lodos acumulados}$$

$$V = 759 \times 30 = 22,770 \text{ lt} = 22.77 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 48.60 \text{ m}^3 + 22.77 \text{ m}^3 = 71.35 \text{ m}^3$$

Dimensiones de fosa séptica:

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{\text{Volumen de fosa}}{2 \times \text{profundidad asumida}}}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{71.35}{2 \times 2.5}} = 3.77 \text{ m}$$

$$\text{Como } L = 2 \times A = 2 \times 3.77 \text{ m} = 7.54 \text{ m}$$

Las dimensiones para la fosa séptica son las siguientes:

Largo = 7.54 m, ancho = 3.77 m, altura = 2.50 m, teniendo presente que estas medidas son interiores y es la del líquido dejando libre en la superficie de 0.20 a 0.40 m.

2.2.30 Diseño estructural de la fosa séptica

A) Diseño de muro:

Utilizando franjas de 1.00 m.

Figura 38 Diagrama de fuerzas en fosa séptica

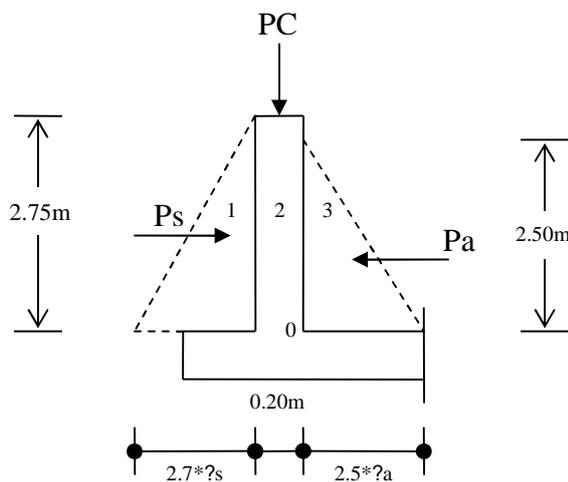


Tabla XI Cálculo de momento resultante en fosa séptica

Figura	Carga (Kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	$1400 \cdot (1/2) \cdot (2.75)^2$	$(1/3) \cdot (2.75)$	4,852.60
2	$2400 \cdot 0.20 \cdot 2.75$	$(1/2) \cdot (0.20)$	132.00
3	$1000 \cdot (1/2) \cdot (2.50)^2$	$(1/3) \cdot (2.50)$	2.604.17
	? CR= 9,738.75 kg		? MR = 7,588.77 kg-m

Datos:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 16.36 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$As = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 \times F'c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'c}{Fy} = 19.55 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[100 \times 16.36 - \sqrt{(100 \times 16.36)^2 - \frac{7.588.77 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2810} = 19.55 \text{ cm}^2$$

$$As = 19.55 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

$$As \text{ min} = \left(\frac{14.1}{Fy} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 16.36 = 8.21 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ max} = 30.22 \text{ cm}^2$$

As por temperatura:

$$As = 0.002 \times b \times T$$

$$As = 0.002 \times 100 \text{ cm} \times 16.36 \text{ cm} = 3.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Como } As \text{ min} < As < As \text{ máx} \text{ Usar } As = 19.55 \text{ cm}^2$$

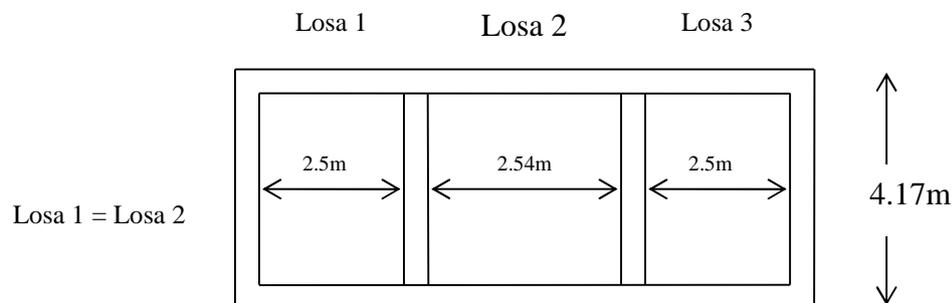
Espaciamiento :

$$S = \frac{Av}{As} = \frac{1.98}{19.55} = 0.10 \text{ m} \quad Av = 1.98 \text{ cm}^2 \text{ (No5)}$$

Usar varilla #5 @ 0.10m

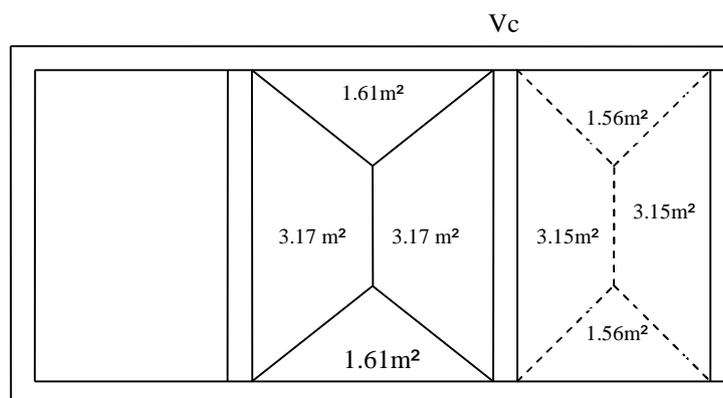
B) Cubierta de fosa séptica:

Figura 39 Cubierta de fosa séptica



Nota: La manera de diseñar los electos estructurales esta explicada en la **sección 2.1.6.4.1** Razón por la cual muchos cálculos serán resumidos.

Figura 40 Áreas tributarias de losas para fosa séptica



Áreas tributarias para vigas

Diseño de losa:

$$Espesor(t) = \left(\frac{Perímetro}{180} \right)$$

$$Usando como base la losa 2 = \left(\frac{2.54 \times 2 + 3.77 \times 2}{180} \right) = 0.07m \text{ (usar } 0.10m)$$

t = 0.10m para todas las losas

Integración de cargas:

Carga muerta (CM):

Peso Propio de la losa (P.P)

$$P.P. = \gamma_c \times t = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

Sobre cargas (Sc)

$$Sc = 90 \text{ kg/m}^2$$

Total de carga muerta (CM)

$$CM = P.P + Sc = 240 + 90 = 330 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta última (CMu)

$$CMu = 1.4 \times 330 \text{ kg/m}^2 = 462 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (CV):

Debido a que la losa únicamente soportará cargas en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta y encontrarse en un lugar municipal cerrado, se asumirá una (CV) = 80 kg/m².

Carga viva última (Cvu)

$$Cvu = 1.7 \times 80 = 136 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

$$CU = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV = 462 + 136 = 598 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de momentos:

Tomando en cuenta que La relación ancho/largo > que 0.5 para todas las losas por lo que para la determinación de momentos se empleará el método 3 del código ACI.

Fórmulas para el cálculo de momento:

$$M(-) = C \times CU \times A$$

$$M(+) = C \times CMU \times A^2 + C \times CVU \times A^2$$

Donde:

C = coeficiente de tabla de ACI

A = dimensión de lado considerado de losa

Losa 1 y 3 (Caso 6):

$$\text{Relación} = \frac{a}{b} = 0.60 \quad \text{trabaja en dos sentidos}$$

Donde:

a = lado corto

b = lado largo

$$MB (+) = 43.84 \text{ kg-m}$$

$$MA (+) = 140.48 \text{ kg-m}$$

$$MB(-) = 0.00 = \frac{MB(+)}{3} = 14.61 \text{ kg - m}$$

$$MA (-) = 227.24 \text{ kg-m}$$

Losa 2 (caso5):

$$\text{Relación} = \frac{a}{b} = 0.80 \quad \text{trabaja en dos sentidos}$$

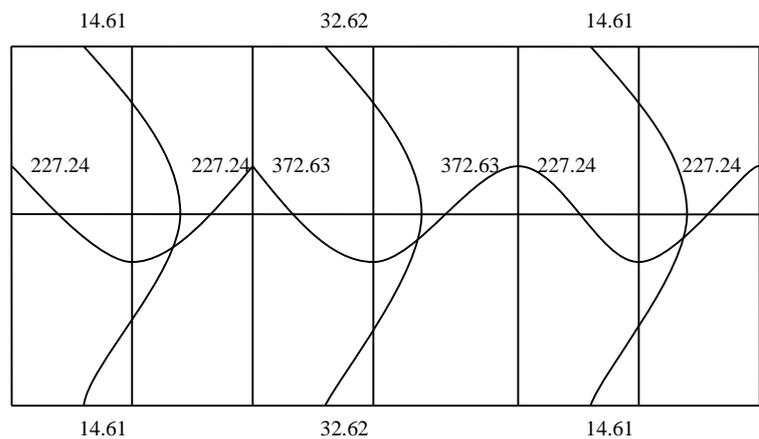
$$MB (+) = 97.85 \text{ kg-m}$$

$$MA (+) = 185.29 \text{ kg-m}$$

$$MB(-) = 0.00 = \frac{MB(+)}{3} = 32.62 \text{ kg - m}$$

MA (-) = 372.63 Kg.-m

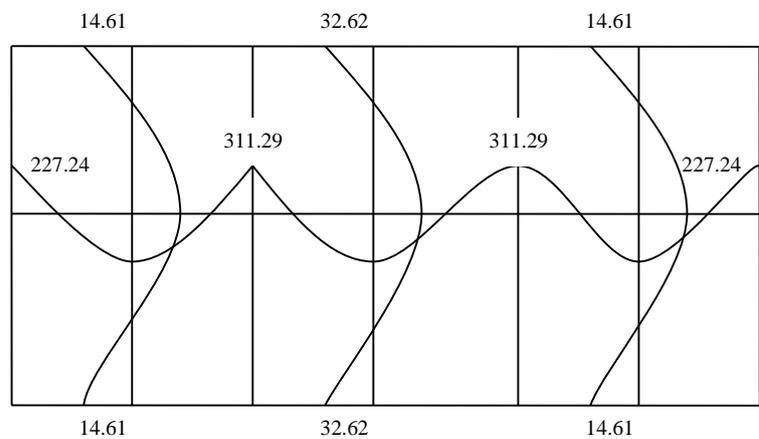
Figura 41 Momentos negativos de losas para fosa séptica



Utilizando las ecuaciones detalladas en la **sección 2.1.6.4.1** (diseño de losas) se procede a balancear los momentos entre las losas 1 y 2, tomando en cuenta que las osas 1 y tres son iguales:

Momento balanceado: 311.29 kg-m

Figura 42 Momentos negativos y balanceados de losas para fosa séptica



Determinación del peralte “d”:

$$d = t - \frac{\phi}{2} - \text{recubrimiento} = \left(10 - \frac{0.95}{2} - 2 \right) \text{cm} = 7.53 \text{cm}$$

Utilizar una varilla #3 ϕ 0.95cm

Calculo de acero:

Utilizando bandas de 1m. de ancho

$$A_s \text{ min} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) \times b \times d = \left(\frac{14.1}{2,810} \right) \times 100 \times 7.35 = 3.78 \text{cm}^2$$

Espaciamiento para $A_{s \text{ min}}$:

$$3.78 \text{ cm}^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad S \quad \quad S = 18 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo es: $t \times 3 = 10 \times 3 = 30 \text{ cm}$ (usar $s = 18 \text{ cm}$)

Calculo del momento que resiste $A_{s \text{ min}}$:

$$M_{A_s \text{ min}} = 0.90 \times \left[A_s \times F_y \times \left(d - \frac{A_s \text{ min} \times F_y}{1.7 \times F'_c \times b} \right) \right]$$

$$M_{A_s \text{ min}} = 0.90 \times \left[3.78 \times 2810 \times \left(7.53 - \frac{3.78 \times 2810}{1.7 \times 210 \times 100} \right) \right]$$

$$M_{A_s \text{ min}} = 69,139.67 \text{kg} - \text{cm} = M_{A_s \text{ min}} = 691.40 \text{kg} - \text{m}$$

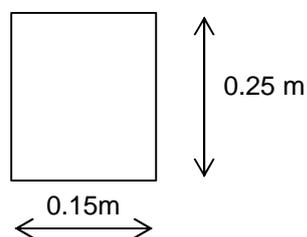
Como $M_{A_s \text{ min}}$ es mayor que todos los momentos que actúan en las losas, se utilizará un armado igual a $A_{s \text{ min}}$ para todas las losas.

Usar No. 3 @ 0.18m en todos los sentidos de las losas

Diseño de Vigas de carga:

Nota: La manera de realizar los cálculos de vigas se encuentra detallada en las secciones: 2.2.6.2.1 (predimensionamiento de vigas) y 2.1.6.4.2 (diseño de vigas) por lo que por razones de espacio, los cálculos estructurales estarán resumidos.

Figura 43 Viga para fosa séptica



Datos para el diseño

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$\rho_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$C_{Mu} = 689.27 \text{ kg/m}$$

$$C_{vu} = 227.99 \text{ kg/m}$$

$$C_U = 917.58 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peralte } d = 22 \text{ cm}$$

Se diseñara la viga crítica V_c que se muestra en la figura 30 junto con sus áreas tributarias.

Integración de cargas:

$$W = CU \times \left(\frac{A_{tri.1} + A_{tri.2}}{L} \right) + P.P.viga$$

Donde:

W = carga distribuida

Cu = carga ultima

At1 = área tributaria losa 1

At2 = área tributaria losa 2

P.P. Viga = peso propio de la viga

$$P.P.viga = (0.15m \times 0.15m \times 2400kg / m^3 = 90kg / m$$

$$W = 917.28kg / m^2 \times \left(\frac{3.17m^2 + 3.15m^2}{3.77} \right) + 90kg / m = 1008.93kg / m$$

Momento flexionante (M):

$$M = \left(\frac{W \times L^2}{8} \right) = \left(\frac{1,008.94kg / m \times (3.77m)^2}{8} \right) = 1,792.48kg - m$$

Calculo del área de acero longitudinal:

Para el cálculo del acero longitudinal se usará la fórmula:

$$As = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 \times F'c}} \right] \times \frac{0.85 \times F'c}{Fy}$$

$$As = 2.71 \text{ cm}^2$$

$$As = 3.52 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 1.66 \text{ cm}^2$$

$$Asmax = 6.10 \text{ cm}^2$$

Usar As = 3.52 cm²

Usar 3 varillas No 4 en la cama superior e inferior

Tomando en cuenta que los momentos negativos son $WL^2/24$, El área que resiste el momento positivo resistirá también los momentos negativos

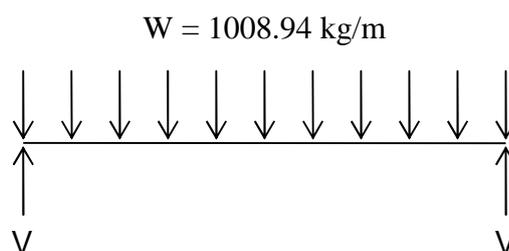
Diseño a Corte:

Tomando una tasa de filtración 2.5cm/min

Período de limpieza 2 veces al año

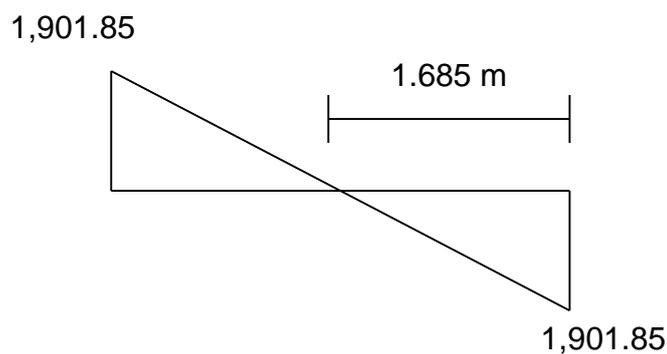
Área de absorción requerida: 325 m²

Figura 44 Diagrama de corte en vigas de fosa séptica



$$V = W \cdot L / 2$$

$$V = 1008.94 \text{ kg/m} \cdot 3.77 \text{ m} / 2 = 1,901.85 \text{ kg}$$



Tomando en cuenta que el valor del corte máximo es pequeño, se utilizará ese valor para el cálculo del acero transversal.

Cálculo del corte que resiste el concreto VR

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F'c} \times b \times d$$

$$VR = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 15 \times 22$$

$$VR = 2,154.36 \text{ kg}$$

Como el corte que resiste el concreto es mayor que el corte ultimo actuante se utilizará el espaciamiento máximo:

Espaciamiento máximo :

$$S = \frac{d}{2} = \frac{22}{2} = 0.11 \text{ m}$$

Colocar estribos No 2 @ 0.11m

2.2.31 Cálculo de pozos de absorción

Donde:

d = profundidad de pozo

D = diámetro de pozo

$$\text{Área} = \pi \times D \times d$$

Tomando d = 3.50m.

$$\pi \times 3.50 \times d = 325 \text{ m}^2$$

$$d = 29.26 \text{ m}$$

Usar 6 pozos con las siguientes medidas:

$$D = 3.50 \text{ m}$$

$$d = 5.00 \text{ m}$$

Nota: Una opción más viable para la construcción de los pozos de absorción podría ser usar las siguientes medidas: D= 1.50m y d = 12m

Las paredes de los pozos serán de ladrillo o block, y estarán rodeadas por capas de agregado grueso, este material se usará también en la base.

Nota: los detalles de los pozos de absorción se encuentran detallados en los planos en la sección de anexos.

2.2.32 Programa de operación y mantenimiento para el sistema

Consiste en la aplicación de técnicas para mantener el alcantarillado en buenas condiciones y así garantizar el funcionamiento normal del sistema, para el período de diseño al que fue diseñado.

La responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema será compartida entre la municipalidad de Conguaco Jutiapa y el comité de vecinos de la aldea El Bran. El tiempo recomendado para inspeccionar el funcionamiento del sistema debe ser en espacios no mayores a los tres meses.

A continuación se describen la inspección y mantenimiento de los elementos del alcantarillado.

. Conexión domiciliar

Posibles problemas:

- Tapadera de la candela está en mal estado.
- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.
- Conexiones de agua de lluvia en la tubería.

Soluciones y reparaciones

Reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que de no hacerlo corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provocar taponamiento en la misma.

La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en ésta, se verifica en la candela que cuando se vierte agua, con corra libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.

Si la tubería está totalmente tapada, no corre nada de agua en la tubería y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si es el taponamiento, y se debe introducir nuevamente una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.

Si persiste el problema se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca sobre la calle en donde se ubica el taponamiento; luego se excava en el lugar marcado, se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo para que las aguas corran libremente.

Las conexiones de agua lluvia provocan que se saturan las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar entra agua. Se procede a cancelar la conexión de agua de lluvia a la conexión domiciliar.

. Línea central

Posibles problemas

Tubería parcialmente tapada

Tubería totalmente tapada

Soluciones y reparaciones: Para descubrir los taponamientos se pueden hacer dos pruebas para identificarlos.

Prueba de reflejo: Consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y chequear el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es

percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

Solución: Se vierte agua en el pozo de visita a presión, luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y se deja ver claramente el reflejo.

Prueba de corrimiento de flujo: Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento del agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si es un corrimiento muy lento existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.

Solución: Al no lograrse despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar y descubrir la tubería para sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento para reparar la tubería.

. Pozos de visita

Posibles problemas

Acumulación de residuos y lodos

Deterioro del pozo

Tapadera del pozo en mal estado.

Soluciones y reparaciones:

Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existen lodos no desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas.

Verificar que el pozo de visita en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones que estén en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problemas al pozo: si está en mal estado, repararlo o en caso cambiarlos por unos nuevos.

Las tapaderas de los pozos de visita deben de estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

2.2.33 Planos de alcantarillado sanitario

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos realizados en el proyecto, y que sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes trabajos del mismo. Los planos que para el presente proyecto se elaboraron se encuentran detallados en la sección de anexos.

2.2.34 Presupuesto

La cuantificación de los materiales y mano de obra, para los trabajos de drenaje sanitario con base en lo siguiente:

- . La cantidad de cantidad total de materiales que se utilizarán para la construcción de sistema de alcantarillado.
- . La cantidad de material que se puede encontrar de en la localidad y la que habrá que llevar para la construcción del sistema.
- . La cuantificación de la mano de obra que realizara los trabajos.
- . Los salarios que se pagaran a los empleados de la obra
- . La distancia de la aldea hasta la cabecera municipal y la distancia de esta hasta la capital.
- . Los caminos de acceso hacia la Aldea.

. Los trabajadores que vivan en la aldea y los que irán de otras aldeas o de otro lados.

. La infraestructura con que cuenta la Aldea.

Tabla: XII Resumen de presupuesto alcantarillado sanitario

ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL BRAN, CONGUACO, JUTIAPA					
<i>Resumen de Presupuesto Por Renglon:</i>					
N o.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL EN Q.
1	Preliminares		global		Q.391,882.56
2	Excavación relleno retiro de sobrante		global		Q.170,045.10
3	Tubería PVC 6" Norma ASTM 3034	34	Tubo	Q. 583.68	Q. 19,845.12
4	Tubería PVC 8" Norma ASTM 3034	100	Tubo	Q. 894.59	Q. 89,459.00
5	Colector Principal	796	ml	Q. 288.14	Q.229,361.01
6	Pozos de visita	43	unidad	Q.11,055.05	Q.475,367.06
7	Conexiones domiciliarias	49	unidad	Q. 2,173.47	Q.106,499.98
	Costo Total del Proyecto				Q.1,482,459.83

Tabla XIII Presupuesto colector principal

PRESUPUESTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL BRAN, CONGUACO, JUTIAPA				
<i>PRESUPUESTO COLECTOR PRINCIPAL</i>				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Colector de 6" PVC Norma ASTM 3034	34	Tubo	Q. 583.68	Q. 19,845.12
Colector de 8" PVC Norma ASTM 3034	100	Tubo	Q. 894.59	Q. 89,459.00
Pegamento Tangit	8	galón	Q. 601.40	Q. 4,811.20
TOTAL DE MATERIAL				Q.114,115.32

Continúa				
MANO DE OBRA Y PRESTACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Excavación	3077.13	m ³	Q .25.00	Q .76,928.25
Relleno	3054.75	m ³	Q. 15.00	Q. 45,821.25
Topografía		global		Q. 4,000.00
Retiro de Sobrante	33.56	m ³	Q. 10.00	Q. 335.60
Colocación de tubería 6" PVC	198.28	ml	Q. 2.75	Q. 545.27
Colocación de tubería 8" PVC	597.72	ml	Q. 10.00	Q. 5,977.20
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q. 133,607.57
Prestaciones				Q. 73,484.16
Sub Total				Q. 207,091.73
Total Mano de obra y Material				Q. 321,207.05
Imprevistos				Q. 32,120.71
Planificación				Q. 48,181.06
Supervisión				Q. 48,181.06
Maquinaria y equipo	1	global		Q. 64,241.41
Herramientas	1	global		Q. 41,418.35
Transporte	3	Flete	Q. 3,000.00	Q. 9,000.00
TOTAL COLECTOR PRINCIPAL				Q. 628,591.04

Tabla XIV Presupuesto de pozos de visita

PRESUPUESTO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL BRAN, CONGUACO, JUTIAPA				
PRESUPUESTO DE POZOS DE VISITA				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Ladrillo Tayuyo	97559	unidad	Q 2.10	Q 204,873.90
Cemento portland 4,000 PSI	1235	sacos	Q 40.00	Q 49,400.00
Block 20x20x40	575	unidad	Q 3.56	Q 2,047.00
Block 15x20x40	1440	unidad	Q 2.70	Q 3,888.00
Arena de Río	115	m ³	Q 110.00	Q 12,650.00
Piedrín de 1/2"	51	m ³	Q 180.00	Q 9,180.00
Acero No. 2	2	Quintal	Q 280.00	Q 560.00
Acero No. 3	11	Quintal	Q 280.00	Q 3,080.00
Acero No. 4	19	Quintal	Q 280.00	Q 5,320.00
Alambre de amarre	3	Quintal	Q 350.00	Q 1,050.00

Madera	700	pie tabla	Q 5.00	Q 3,500.00
Parales de madera	350	pie tabla	Q 10.00	Q 3,500.00
Clavos de 3"	1	Quintal	Q 354.00	Q 354.00
TOTAL DE MATERIALES				Q 299,402.90
Continúa				
MANO DE OBRA Y PRESTACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Excavación	857	m ³	Q 25.00	Q 21,425.00
Relleno	385	m ³	Q 15.00	Q 5,775.00
Retiro de sobrante	708	m ³	Q 10.00	Q 7,080.00
Levantado más acabados	867	m ²	Q 32.52	Q 28,194.84
Fundición de fondo	38	m ³	Q 30.78	Q 1,169.64
Armado de brocal	43	unidad	Q 23.00	Q 989.00
Fundición de brocal	43	unidad	Q 23.00	Q 989.00
Armado de tapadera	43	unidad	Q 23.00	Q 989.00
Fundición de tapadera	43	unidad	Q 23.00	Q 989.00
Alisado	190	m ²	Q 12.00	Q 2,280.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 69,880.48
Prestaciones				Q 38,434.26
Sub Total			Q 108,314.74	Q. 108,314.74
Total Mano de obra y Material				Q 407,717.64
Imprevistos				Q 40,771.76
Planificación				Q 61,157.65
Supervisión				Q 61,157.65
Maquinaria y equipo		global		Q 81,543.53
Herramientas		global		Q 21,662.95
Transporte	10	Flete	Q 1,000.00	Q 10,000.00
TOTAL DE POZOS DE VISITA				Q 684,011.18

Tabla XV Presupuesto de conexiones domiciliarias

DISEÑO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL BRAN, CONGUACO, JUTIAPA				
PRESUPUESTO CONEXIONES DOMICILIARES				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Tubo de cemento de 12"	49	tubo	Q 52.80	Q 2,587.20
Tubo de PVC de 4" Norma	74	tubo	Q 261.69	Q 19,365.06

ASTM 3034				
Cemento portland 4,000 PSI	285	saco	Q 40.00	Q 11,400.00
Arena de río	21	m ³	Q 115.00	Q 2,415.00
Piedrín de 1/2"	27	m ³	Q 185.00	Q 4,995.00
Alambre de amarre	1	Quintal	Q 350.00	Q 350.00
Acero No.2	2	Quintal	Q 280.00	Q 560.00
Continúa				
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Acero No.3	5	Quintal	Q 280.00	Q 1,400.00
Silleta Y 8"*4"	49	unidad	Q 150.00	Q 7,350.00
codo a 90° de 4"	49	unidad	Q 10.00	Q 490.00
Codo a 45° de 4"	49	unidad	Q 10.00	Q 490.00
Pegamento	4	galón	Q 601.40	Q 2,405.60
TOTAL DE MATERIAL				Q 53,807.86
MANO DE OBRA PRESTACIONES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Instalación de tubería 4"	444	ml	Q 10.00	Q 4,440.00
Instalación de tubería 12" TC	49	unidad	Q 20.00	Q 980.00
Colocado de accesorios PVC	49	unidad	Q 2.50	Q 122.50
Excavación de candelas	49	unidad	Q 40.00	Q 1,960.00
Armado de base de candelas	49	unidad	Q 20.00	Q 980.00
Armado de brocal de candelas	49	unidad	Q 20.00	Q 980.00
Armado de tapadera de candela	49	unidad	Q 20.00	Q 980.00
Fundición de base candela	49	unidad	Q 25.00	Q 1,225.00
Fundición de brocal candela	49	unidad	Q 25.00	Q 1,225.00
Fundición de tapadera candela	49	unidad	Q 25.00	Q 1,225.00
Excavación de tubería	394	m ³	Q 20.00	Q 7,880.00
Relleno	66	m ³	Q 15.00	Q 990.00
Retiro de carga sobrante	381	m ³	Q 10.00	Q 3,810.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 26,797.50
Prestaciones				Q 14,738.63
Sub Total				Q 41,536.13
Total de mano de obra y material				Q 95,343.99
Imprevistos				Q 9,534.40
Planificación				Q 14,301.60
Supervisión				Q 14,301.60
Maquinaria y equipo		global		Q 19,068.80
Herramientas		global		Q 8,307.23
Transporte	3	flete	Q 3,000.00	Q 9,000.00
Total de Conexiones domiciliarias				Q 169,857.60

3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Consideraciones generales del estudio de impacto ambiental en el Sistema de alcantarillado sanitario de la aldea El Bran

3.1.1 Descripción del estudio de impacto ambiental

En el estudio de impacto ambiental del proyecto de drenaje sanitario de la aldea El Bran, en el municipio de Conguaco Jutiapa, se identificaron y valorizaron los impactos (efectos) potenciales del proyecto, acciones normativas a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. Tiene como propósito principal animar a que se tome en consideración el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones, para que en definitiva, acabe definiendo actuaciones que sean más compatibles con medio ambiente.

3.1.2 Impactos en el ambiente

3.1.2.1 Modificación de régimen

Alteración de la cubierta del suelo
Alteración del drenaje natural
Control del río y modificación del caudal
Canalización

3.1.2.2 Transformación del suelo y construcción

Ruido y vibraciones
Urbanización
Revestimiento de canales
Presas

3.1.2.3 Extracción de recursos

Excavar y rellenar

Excavación superficial

Excavación bajo superficie y restauración

3.1.2.4 Desvíos en el tráfico

Inhabilitación temporal de vías

Habilitación de otras rutas.

3.1.2.5 Acumulación de residuos

Acumulación temporal de ripio

Acumulación temporal de herramientas y maquinaria

3.2 Impactos directos sobre la población

Introducción de enfermedades por emigración de los trabajadores en la construcción del proyecto.

Problemas de higiene y salud

Serán sobre utilizados los servicios sanitarios

Se contaminará al agua o suelo con excrementos

Contaminación del aire.

3.3 Mitigación de Impactos

Identificado el impacto ambiental que provocaría la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, en la aldea El brán, se toma la decisión de ejecutarlo, definiendo actuaciones que sean más compatibles y

minimizando todos aquellos afectos que son inevitable, pero que se pueden reducir tomando precauciones y planificando las soluciones más viables, que serán de beneficio a la comunidad y a los emigrantes que trabajan en el proyecto.

Para minimizar los efectos ocasionados por la construcción del proyecto se deben tomar las precauciones siguientes:

- . Ejecutar el proyecto en el menor tiempo posible.
- . Trabajar el proyecto en verano.
- . Canalizar los drenajes naturales existentes.
- . Tratar de disminuir el ruido y las vibraciones.
- . Excavar y reacomodar el suelo en áreas que no afecten el paso de peatones.
- . Reforestar las áreas dañadas por la construcción del proyecto.
- . Capacitar al personal de trabajo y la población en los impactos que puede tener en higiene y salud.

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

Tomando en cuenta lo analizado en las secciones anteriores, se llega a la conclusión que tanto el proyecto de la escuela primaria en la aldea San Pedro como el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Bran en el municipio de Conguaco, Jutiapa. No son recomendables económicamente, pues el dinero que se invertirá en construirlos no se recuperará.

Pero tomando en cuenta las necesidades de los pobladores de las aldeas, y los beneficios en áreas de salud y educación que traerán al municipio, es necesario realizar ambos proyectos.

Nota: en la **sección 2.2.31** (cálculo de pozos de absorción) se obtuvieron las siguientes medidas para los pozos de absorción: diámetro 3.50m y profundidad de 5m. Sin embargo tomando en cuenta las dificultades que representaría construir pozos con esas medidas y con el fin de hacer más viable la construcción de los pozos sin disminuir su área de absorción, se recomiendan las siguientes medidas: diámetro 1.50m y profundidad 12m.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de la escuela de la aldea San Pedro tiene un costo de Q.3,397,552.47, lo que representa un costo por metro cuadrado de Q.2,859.89/m². Valor que se encuentra dentro del rango de costos de construcción de proyectos de esta índole realizados por la municipalidad de Conguaco. Por lo que el proyecto se cataloga como factible.
2. El costo del proyecto del alcantarillado sanitario de la aldea El Bran es de Q.1,482,489.83, el cual representa un valor de Q.1,482.49/ml. Valor que tomando en cuenta la topografía del terreno y la cantidad de pozos que se necesitarán para el buen funcionamiento hidráulico del sistema, se encuentra dentro del rango de costos de construcción de proyectos de esta índole realizados por la municipalidad de Conguaco. Por lo que el proyecto se cataloga como factible.
3. Los presupuestos de los proyectos están elaborados en base a precios unitarios, con el propósito de facilitar la evaluación de las empresas que participen por la ejecución de los proyectos. Así también dentro de estos se consideró, la aplicación de criterios como: precio de materiales que se manejan en la región, salarios propios de los lugares en donde se desarrollaran los proyectos. Por seguridad los precios utilizados en la elaboración de presupuestos se encuentran en los rangos más altos de los lugares de ejecución.
4. La utilización del sistema estructural de marcos dúctiles con losas planas de concreto reforzado, en el diseño de la edificación escolar, la

hace una estructura sismo resistente, ya que se utilizó el método SEAOC, que considera los efectos laterales que el sismo causa.

5. Los proyectos fueron diseñados con base a normas establecidas por instituciones especializadas en diseño y construcción. Para el diseño del edificio escolar se utilizaron las normas establecidas por el Instituto Americano del Concreto ACI (por sus siglas en inglés) 318-99 y 2002, el Instituto Nacional de Estadística INE, mientras que para el alcantarillado sanitario se utilizaron las normas del Instituto de Fomento Municipal INFOM, el Instituto Nacional de Estadística INE, La Dirección General de Obras Públicas DGOP y las normas ASTM 3034. Todo esto con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los proyectos.
6. Tanto el proyecto del edificio escolar como el alcantarillado sanitario no son proyectos rentables económicamente para el municipio de Conguaco, pero son proyectos necesarios y que beneficiarán a los pobladores del municipio y principalmente los pobladores de las aldeas San Pedro y El Bran.
7. Durante la ejecución de los proyectos será inevitable el daño al medio ambiente y las molestias a los pobladores de las aldeas, pero siguiendo una serie de recomendaciones establecidas tanto para las empresas constructoras como para los pobladores de las aldeas, por medio las cuales se reducirán los daños al medio ambiente y las molestias a los pobladores de las aldeas (las recomendaciones se encuentran detalladas en la sección 3.3).

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que tanto materiales como salarios están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
2. Crear un programa de educación sanitaria para la población en general, a fin de reducir los problemas que se tienen actualmente y así poder preservar los sistemas de alcantarillados, así como el tiempo que se tomó como período de diseño.
3. Crear una organización de beneficiarios del proyecto para el mantenimiento de la edificación escolar y buscar apoyo económico, para la adquisición de mobiliario escolar adecuado.
4. Se hace necesario la programación de un plan para el mantenimiento y trabajos preventivos y correctivos de los proyectos para que estos se mantengan en buen estado.
5. Tomando en cuenta que ambos proyectos afectarán de una u otra forma el medio ambiente, se deberá elaborar un reglamento para minimizar los efectos ocasionados por la construcción de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tiu Cua, Rolando Eleuterio.
Diseño de un edificio escolar de dos niveles y drenaje pluvial del sector de la Zona 2. Cabecera municipal San Andres Xecul Totonicapán. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, octubre de 2004
2. Quina Sabjbochoi Wabinton.
Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Para la Aldea Chicazanga y edificio escolar de dos niveles para la comunidad Colinas de San Andres Itzapa, Chimaltenango. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, noviembre de 2004
3. Mazariegos Salguero, Kendal Giovanni.
Diseño de edificio escolar de dos niveles en el caserío cruz verde y puente vehicular en la cabecera municipal de Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, julio de 2005.
4. Ucelo Juárez, Elmer Heriberto.
Diseño de red de alcantarillado sanitario para la aldea El Espinal, San Manuel Chaparron, Departamento de Jalapa. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, julio de 2005
5. Castillo Bautista, Otto Francisco.
Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Lorena y edificación escolar de dos niveles para el parcelamiento La Democracia municipio de Malacatán departamento de San Marcos. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, julio 2005
6. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio.
Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Trabajo de graduación: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, noviembre 1994
7. Codigo de diseño de hormigo Armado ACI 318-99 y 318-2002
8. Merrit, Frederick S. Manual del ingeniero civil 3ª. Edición, México: Editorial; McGraw-Hill, 1992.426 pp.

9. Nilson, Artur H. Diseño de estructuras de concreto 12^a edición, Colombia; McGraw-Hill, 2001.722pp.

ANEXOS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ESTAC P.O	G	AZIMUT M	S	H.P.	G	ANGULO ZENITAL M	S	DIST	X	Y	Z	H.I.
0	1	14	8	0	3.2	0	30	89.189	21.7781004	86.4892598	1003.2	1.48
0	2	14	8	0	1.6	86	30	48.975	11.9586773	47.4925327	1002.668148	
0	3	173	0	0	1.6	94	0	18.564	2.26238249	-18.4256268	998.4135479	
0	4	173	11	45	1.6	96	15	49.494	5.86385998	-49.1454086	993.9453409	
0	5	173	11	45	1.6	97	10	70.786	8.38645477	-70.2874468	990.850471	
0	6	172	6	10	1.6	97	4	103.452	14.2139453	-102.470874	987.0554875	1.47
6	A	141	7	20	1.6	96	10	6.236	3.91409504	-4.85464272	986.2460712	
6	7	162	55	0	1.6	99	45	30.282	8.89570948	-28.945913	981.7143335	
6	8	164	57	5	1.6	99	7	49.668	12.8957234	-47.9646802	978.9397759	
6	9	165	31	50	1.6	99	21	58.409	14.5942865	-56.5563266	977.2969965	1.49
9	10	200	57	45	1.6	98	40	8.616	-3.08243298	-8.04574813	975.8786795	
9	11	191	11	20	1.6	101	41	44.805	-8.69414659	-43.9533826	967.9197894	
9	12	191	54	55	1.6	100	47	91.89	-18.9720776	-89.910135	959.6639705	
9	13	190	41	5	1.6	100	30	107.01	-19.840146	-105.154689	957.3448194	
9	14	190	58	10	1.6	100	13	117.161	-22.2940361	-115.020328	956.049696	1.31
14	15	9	6	35	1.6	81	30	37.03	5.86279749	36.562939	961.4660034	
14	16	161	54	15	1.6	94	53	12.89	3.9416067	-12.0623313	954.6658016	
14	17	169	8	0	1.6	95	50	22.34	4.21162908	-21.9394116	953.6262274	
14	18	173	3	10	1.6	95	56	47.779	5.77910951	-47.4282061	950.7727181	
14	19	173	31	10	1.6	96	7	81.726	9.22408828	-81.2037885	946.9899609	
14	20	173	56	45	1.6	96	5	96.56	10.1840503	-96.0214493	945.4283455	
14	21	174	48	0	1.6	96	11	115.592	10.4764012	-115.116269	943.2125356	1.52
21	22	237	23	0	1.6	92	40	8.199	-6.90598195	-4.41939072	942.746532	
21	23	219	26	25	1.6	97	12	28.865	-18.3371717	-22.2920694	939.4763935	1.44
23	24	190	10	5	1.6	101	0	27.062	-4.77741692	-26.6369693	934.0428719	1.44
24	25	248	36	40	1.6	99	54	27.701	-25.7931368	-10.10245	929.0447096	
25	26	249	36	35	1.6	98	30	65	-60.927173	-22.646845	924.1576306	1.45
26	27	225	54	55	1.6	96	47	20.73	-14.8906044	-14.4223022	921.5356068	
26	28	223	43	35	1.6	96	50	40.703	-28.134537	-29.4139769	919.0473544	
26	29	225	17	45	1.6	97	24	59.342	-42.1772268	-41.7439158	916.283729	
26	30	226	19	15	1.6	98	22	77.836	-56.2924204	-53.7550584	912.5478802	1.45
30	31	268	29	35	1.6	104	46	28.98	-28.9699771	-0.76211923	904.745177	
30	32	267	21	0	1.6	103	42	44.196	-44.1487369	-2.04339044	901.6070961	
30	33	265	34	30	1.6	102	17	61.225	-61.0424994	-4.72375776	899.0578918	
30	34	265	46	45	1.6	100	58	93.335	-93.0818551	-6.8695331	894.2874265	
30	35	266	41	10	1.6	100	36	116.273	-116.078572	-6.72128054	890.624265	

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA EL BRÁN, CONGUANGO, JUTIAPA														
F.C.MED.	FACTOR DE HARMOND		CAUDAL DE DISEÑO(L/s)		DAMETRO P.V.C.(plg)	SECCIÓN LLENA		RELACION (g/q)		RELACION (v/v)		RELACION (d/d)		
	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Vel. (m/s)	Q. (l/s)	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	
0.003	4.336951	4.088081	0.497008	3.49147	6	1.29094179	23.5487301	0.02110551	0.14826665	0.375	0.716	0.10	0.26	
0.003	4.287726	3.975530	0.857968	5.92855	6	1.86044514	33.9373321	0.02528094	0.17469113	0.393	0.747	0.11	0.28	
0.003	4.262578	3.919922	1.083511	7.42588	6	1.13223085	20.6536026	0.05246112	0.35954424	0.49	0.913	0.155	0.41	
0.003	4.240785	3.872723	1.302292	8.86315	6	1.60121623	29.2086049	0.04458559	0.30344323	0.468	0.879	0.145	0.38	
0.003	4.224698	3.838459	1.478006	10.00799	6	2.26446171	41.3072052	0.03578083	0.24228204	0.439	0.83	0.13	0.34	
0.003	4.208821	3.805105	1.663534	11.20850	6	1.96108136	35.7730891	0.04650238	0.31332216	0.473	0.879	0.1475	0.38	
0.003	4.189177	3.764469	1.910026	12.79157	6	1.60121623	29.2086049	0.06539258	0.43793845	0.522	0.964	0.17	0.46	
0.003	4.176253	3.738104	2.082620	13.89263	6	1.38669393	25.2953939	0.082332	0.54921566	0.56	1.023	0.195	0.53	
0.003	4.157416	3.700194	2.349277	15.58278	6	1.13223085	20.6536026	0.11374658	0.75448218	0.615	1.098	0.225	0.65	
0.003	4.148228	3.681921	2.485954	16.44427	6	1.13223085	20.6536026	0.12036418	0.79619365	0.624	1.108	0.235	0.67	
0.003	4.138913	3.663538	2.629012	17.34269	6	1.13223085	20.6536026	0.12729071	0.83969343	0.633	1.12	0.24	0.7	
0.003	4.131745	3.649490	2.742202	18.05127	6	1.38669393	25.2953939	0.10840715	0.71361874	0.605	1.083	0.22	0.62	
0.003	4.125149	3.636638	2.848760	18.71656	6	1.13223085	20.6536026	0.13793042	0.90621266	0.644	1.132	0.25	0.74	
0.003	4.113852	3.614788	3.036698	19.88591	8	1.3716	44.4801026	0.06827094	0.44707433	0.528	0.973	0.17	0.47	
0.003	4.107297	3.602204	3.148906	20.58172	8	1.67986007	54.4767776	0.05780273	0.37780718	0.501	0.934	0.16	0.43	
0.003	4.095863	3.580416	3.350270	21.82617	8	1.3716	44.4801026	0.07532064	0.49069512	0.548	0.991	0.185	0.49	
0.003	4.090713	3.570670	3.443324	22.39950	8	1.3716	44.4801026	0.07741269	0.50358464	0.548	1	0.19	0.5	
0.003	4.08466	3.559263	3.554629	23.08385	8	1.3716	44.4801026	0.07991503	0.51897022	0.548	1.009	0.19	0.51	
0.003	4.078724	3.548138	3.665708	23.76532	8	1.3716	44.4801026	0.08241231	0.53429111	0.56	1.016	0.195	0.52	
0.003	4.072905	3.537283	3.776556	24.44393	8	1.3716	44.4801026	0.0849044	0.54954756	0.56	1.023	0.195	0.53	
0.003	4.063212	3.519312	3.965508	25.59745	8	1.3716	44.4801026	0.089152239	0.57548101	0.568	1.029	0.2	0.54	
0.003	4.054804	3.503841	4.133766	26.62134	8	1.93973532	62.9043644	0.06571509	0.4232034	0.522	0.955	0.175	0.45	
0.003	4.043090	3.482457	4.375094	28.08467	8	1.93973532	62.9043644	0.06955152	0.44646623	0.533	0.973	0.18	0.47	
0.003	4.037963	3.473162	4.483247	28.73856	8	1.67986007	54.4767776	0.08229648	0.52753787	0.56	1.016	0.195	0.52	
0.003	4.025080	3.449975	4.761925	30.41821	8	1.93973532	62.9043644	0.07570103	0.48356273	0.548	0.991	0.185	0.49	
0.003	4.008713	3.420859	5.130436	32.62827	8	1.93973532	62.9043644	0.08155593	0.51869642	0.548	1.009	0.195	0.51	
0.003	4.001803	3.408679	5.290958	33.58724	8	1.93973532	62.9043644	0.08411115	0.53394139	0.568	1.016	0.195	0.51	
0.003	3.990742	3.389322	5.54078	35.15449	8	1.93973532	62.9043644	0.088294	0.55885611	0.56	1.023	0.195	0.52	
0.003	3.981417	3.373134	5.71884	36.50690	8	2.37568089	77.0417977	0.07504866	0.47385831	0.538	0.983	0.185	0.48	
0.003	3.969884	3.353276	6.071297	38.21929	8	2.56602864	83.2146523	0.07295947	0.45928554	0.538	0.983	0.185	0.48	
0.003	3.958464	3.333789	6.366333	39.95861	8	1.93973532	62.9043644	0.10120654	0.63522795	0.596	1.06	0.215	0.58	
0.003	3.943650	3.308767	6.761816	42.28056	8	2.16869002	70.3292174	0.09614519	0.60118065	0.587	1.049	0.21	0.56	
0.003	3.935677	3.295419	6.980701	43.56120	8	1.56386461	50.7151199	0.13764536	0.85893916	0.651	1.124	0.25	0.71	
0.003	3.927407	3.281660	7.212281	44.91278	8	1.93973532	62.9043644	0.1146547	0.73020773	0.624	1.083	0.23	0.62	
0.003	3.914546	3.271485	7.387508	45.93325	8	1.93973532	62.9043644	0.1174403	0.73020773	0.624	1.094	0.23	0.64	
0.003	3.914546	3.260436	7.581704	47.06204	8	2.16869002	70.3292174	0.10988222	0.68123228	0.605	1.072	0.225	0.6	
0.003	3.909562	3.252267	7.727931	47.91053	8	2.16869002	70.3292174	0.10988222	0.68123228	0.605	1.078	0.215	0.61	
0.003	3.904295	3.243670	7.884319	48.81663	8	1.93973532	62.9043644	0.12533818	0.77604513	0.633	1.104	0.24	0.66	
0.003	3.899021	3.235093	8.042906	49.73406	8	3.06699084	99.4605331	0.0808653	0.5000381	0.548	1	0.19	0.5	
0.003	3.893187	3.225647	8.220606	50.76040	8	1.67986007	54.4767776	0.1509011	0.9317806	0.669	1.134	0.27	0.75	
0.003	3.882472	3.208407	8.53280	52.67730	8	2.16869002	70.3292174	0.12161773	0.74901018	0.624	1.098	0.23	0.65	
0.003	3.874994	3.196458	8.790369	54.03992	8	2.37568089	77.0417977	0.11440987	0.70143643	0.615	1.083	0.23	0.62	

CÁLCULO HIDRÁULICO DEL ALCANTARILLADO SANTARIO, ALDEA EL BRÁN CONGUACO, JUTIAPA												
VELOCIDAD EN TUBERÍA/ PROFUNDIDAD DE POZO		COTAS INVERT		ANCHO		VOL. EXCAVACIÓN		VOL. RELLENCIA		VOL. RETIRO		
Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	Zanja (m)	m ³					
0.48410317	0.92431433	1.3	1.83	1001.9	1001.37727	0.9	56.64	56.64	55.90	1.10	1.10	
0.73115494	1.38975252	1.83	2.13	1000.84	1000.03	0.9	53.46	53.46	52.91	0.82	0.82	
0.55479312	1.03372677	2.13	2.32	998.912	998.7222	0.9	38.01	38.01	37.66	0.52	0.52	
0.7493692	1.40746907	2.32	2.69	997.68	997.3088	0.9	41.84	41.84	41.50	0.51	0.51	
0.99409869	1.87950322	2.69	3.28	995.72	995.11984	0.9	40.31	40.31	40.03	0.41	0.41	
0.92759149	1.72379052	3.28	3.76	992.96	992.4821	0.9	50.47	50.47	50.18	0.44	0.44	
0.83583487	1.54357244	3.76	4.19	990.185	989.75908	0.9	76.19	76.19	75.80	0.58	0.58	
0.7765486	1.41858789	4.19	4.41	986.66	986.43506	0.9	58.03	58.03	57.76	0.41	0.41	
0.69632197	1.24318948	4.41	4.64	984.633	984.40002	0.9	94.88	94.88	94.46	0.64	0.64	
0.70651205	1.25451179	4.64	4.76	981.6	981.48	0.9	50.76	50.76	50.54	0.33	0.33	
0.71670213	1.26809856	4.76	4.89	979.27	979.14399	0.9	54.72	54.72	54.49	0.34	0.34	
0.83894983	1.50178953	4.89	5.04	976.81	976.660015	0.9	44.68	44.68	44.50	0.27	0.27	
0.72915667	1.28168533	5.04	5.14	975.245	975.15064	0.9	43.23	43.23	43.05	0.26	0.26	
0.7242048	1.33456668	5.14	5.3	973.8	973.63305	0.9	78.43	78.43	77.89	0.81	0.81	
0.84160989	1.5689893	5.3	5.46	970.57	970.420015	0.9	48.42	48.42	48.09	0.49	0.49	
0.75163668	1.35925556	5.46	5.55	967.163	967.063	0.9	49.55	49.55	49.22	0.49	0.49	
0.75163668	1.3716	5.55	5.72	965.945	965.78156	0.9	82.89	82.89	82.36	0.80	0.80	
0.768096	1.3935456	5.72	5.82	962.2	962.10001	0.9	51.92	51.92	51.60	0.49	0.49	
0.768096	1.4031468	5.82	5.92	960.346	960.246	0.9	52.83	52.83	52.51	0.49	0.49	
0.7790688	1.4113764	5.92	5.75	958.492	958.392	0.9	52.52	52.52	52.19	0.49	0.49	
1.01254184	1.85244723	5.75	5.75	956.908	956.73707	0.9	88.46	88.46	87.90	0.83	0.83	
1.03387893	1.88736247	5.5	5.5	953.91	953.6046	0.9	77.30	77.30	76.81	0.74	0.74	
0.94072164	1.70673783	5.5	5	951.84	951.4004	0.9	103.86	103.86	103.14	1.07	1.07	
1.06297496	1.9222777	4.5	4.5	949.66	949.5118	0.9	42.24	42.24	41.92	0.48	0.48	
1.06297496	1.95719294	5	5	949.13	948.6192	0.9	109.18	109.18	108.36	1.24	1.24	
1.10176966	1.97077109	5	5	945.77	945.091	0.9	152.78	152.78	151.67	1.65	1.65	
1.08625178	1.98434923	4.5	4.5	941.98	941.683	0.9	63.48	63.48	63.00	0.72	0.72	
1.27811632	2.33529431	4	4	940.92	940.4316	0.9	93.41	93.41	92.61	1.19	1.19	
1.38052341	2.52240615	5.4	5.4	938.75	938.1134	0.9	89.76	89.76	89.07	1.03	1.03	
1.15608225	2.05611944	5.4	5	934.08	933.1329	0.9	131.51	131.51	130.63	1.32	1.32	
1.27302104	2.27495583	5	5	928.64	928.086	0.9	129.64	129.64	128.74	1.35	1.35	
1.01807586	1.75778383	4	4	924.04	923.107325	0.9	151.09	151.09	149.88	1.81	1.81	
1.19293722	2.10073335	4	4	920.16	919.890471	0.9	77.16	77.16	76.49	1.01	1.01	
1.21039484	2.12207044	4	4	917.27	916.83	0.9	81.87	81.87	81.16	1.07	1.07	
1.31205746	2.3248357	4.33	4.33	915.05	914.7162	0.9	62.56	62.56	62.02	0.81	0.81	
1.31205746	2.33784784	4.51	4.51	911.95	911.4865	0.9	73.75	73.75	73.15	0.90	0.90	
1.22785246	2.1414678	5	5	908.03	907.68025	0.9	59.87	59.87	59.42	0.68	0.68	
1.68071098	3.06699084	5	5	903.513	903.2132	0.9	67.46	67.46	66.97	0.73	0.73	
1.12382638	1.90496131	4.5	4.5	899.75	898.9885	0.9	65.11	65.11	64.61	0.74	0.74	
1.35326257	2.38122164	4.75	4.75	897.11	896.8535	0.9	71.18	71.18	70.62	0.83	0.83	
1.46104375	2.5728624	3.5	3.5	894.31	893.50725	0.9	119.21	119.21	118.17	1.56	1.56	
			1	890.79	890.1012	0.9	46.49	46.49	45.75	1.12	1.12	
							3077.13	3054.75	3054.75	33.56	33.56	

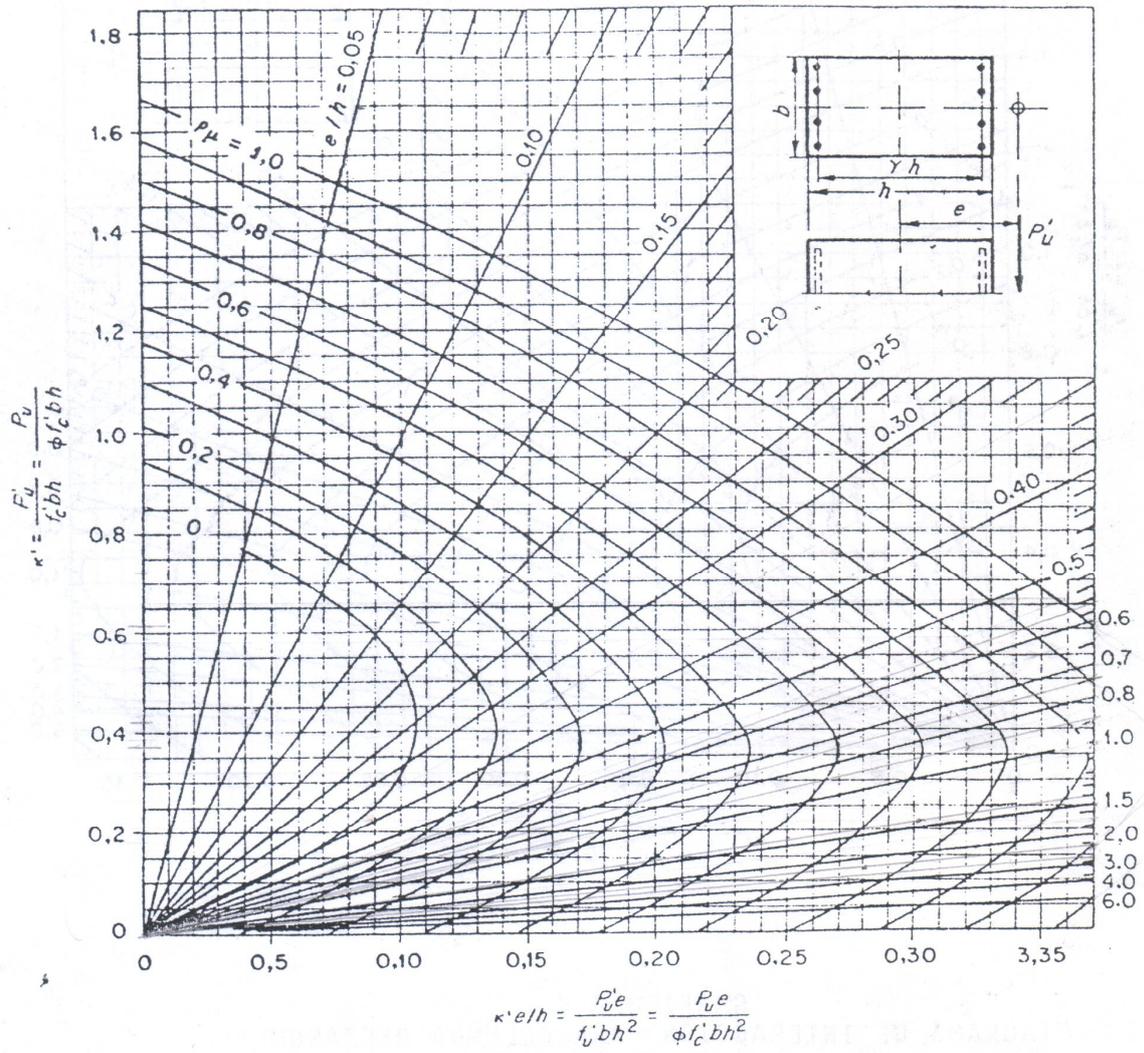
Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

Elementos hidráulicos de una alcantarilla
de sección transversal circular

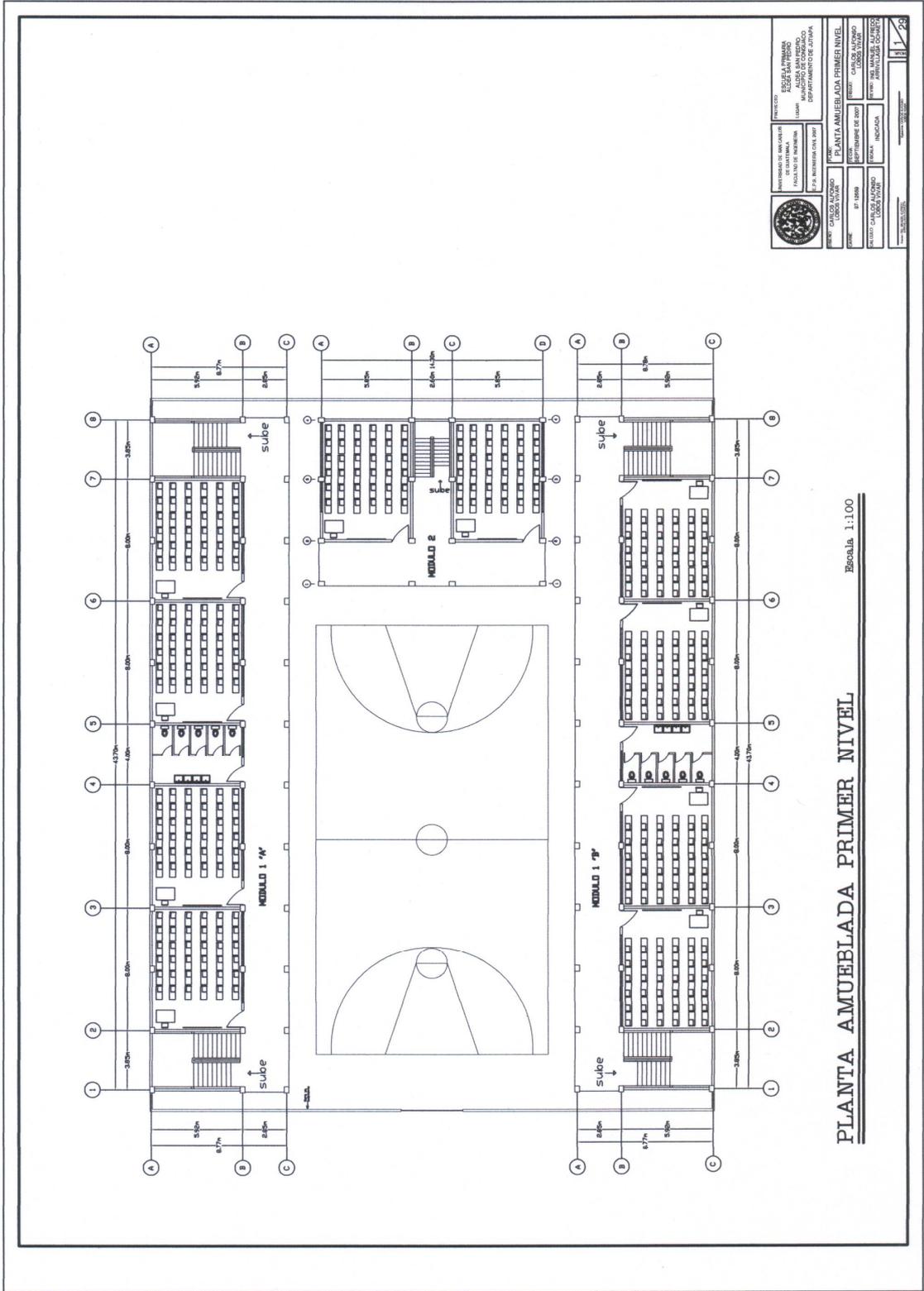
d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.1325	0.07855	0.479	0.037625	0.470	0.46178	0.973	0.44931
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1350	0.08071	0.484	0.039064	0.480	0.47454	0.983	0.46647
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1375	0.08289	0.490	0.040616	0.490	0.48742	0.991	0.48303
0.0125	0.00237	0.103	0.000244	0.1400	0.08509	0.495	0.042120	0.500	0.50000	1.000	0.50000
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1425	0.08632	0.501	0.043247	0.510	0.51258	1.009	0.51719
0.0176	0.00391	0.129	0.000604	0.1450	0.08954	0.507	0.045397	0.520	0.52546	1.016	0.53387
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1475	0.09129	0.511	0.046649	0.530	0.53822	1.023	0.55060
0.0225	0.00469	0.152	0.000865	0.1500	0.09406	0.517	0.048629	0.540	0.55087	1.029	0.56685
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1525	0.09638	0.522	0.050310	0.550	0.56355	1.033	0.58215
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1550	0.09864	0.528	0.052082	0.560	0.57621	1.049	0.60444
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1575	0.10095	0.533	0.053806	0.570	0.58882	1.058	0.62297
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1600	0.10328	0.538	0.055665	0.580	0.60142	1.060	0.63750
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1650	0.10796	0.548	0.059162	0.590	0.61396	1.066	0.65488
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1700	0.11356	0.560	0.068594	0.600	0.62646	1.072	0.67157
0.0400	0.01342	0.221	0.002966	0.1750	0.11754	0.568	0.066763	0.610	0.63892	1.078	0.68876
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1800	0.12241	0.577	0.070630	0.620	0.65131	1.083	0.70537
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1850	0.12733	0.587	0.074743	0.630	0.66363	1.089	0.72269
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1900	0.13229	0.596	0.078845	0.640	0.67593	1.094	0.73947
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1950	0.13725	0.605	0.083036	0.650	0.68770	1.098	0.75510
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.2000	0.14238	0.615	0.087564	0.660	0.70053	1.104	0.77339
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.2050	0.14750	0.624	0.091040	0.670	0.71221	1.108	0.78913
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.2100	0.15266	0.633	0.096634	0.680	0.72413	1.112	0.80523
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.2150	0.15786	0.644	0.101662	0.690	0.73596	1.116	0.82133
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.220	0.16312	0.651	0.106191	0.700	0.74769	1.120	0.83741
0.0650	0.02768	0.305	0.008412	0.225	0.16840	0.659	0.110976	0.710	0.75957	1.124	0.85376
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.230	0.17356	0.669	0.116112	0.720	0.77079	1.126	0.86791
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.235	0.17913	0.676	0.121092	0.730	0.78216	1.130	0.88384
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.240	0.18455	0.684	0.126232	0.740	0.79340	1.132	0.89734
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.245	0.19000	0.692	0.131480	0.750	0.80450	1.134	0.91230
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.250	0.19552	0.702	0.13726	0.760	0.81544	1.136	0.92634
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.260	0.20660	0.716	0.14793	0.770	0.82623	1.137	0.93942
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.270	0.21784	0.730	0.15902	0.780	0.83688	1.139	0.95321
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.280	0.22921	0.747	0.17122	0.790	0.85101	1.140	0.97015
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.290	0.24070	0.761	0.18317	0.800	0.86760	1.140	0.98906
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.300	0.25232	0.776	0.19580	0.810	0.87759	1.140	1.0004
0.0925	0.04642	0.381	0.017819	0.310	0.26403	0.790	0.20858	0.820	0.87759	1.140	1.0005
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.320	0.27587	0.804	0.22180	0.830	0.88644	1.139	1.0097
0.0975	0.05011	0.393	0.019693	0.330	0.28783	0.817	0.23516	0.840	0.89672	1.139	1.0214
0.1000	0.05204	0.401	0.020863	0.340	0.29978	0.830	0.24882	0.850	0.90594	1.138	1.0310
0.1025	0.05396	0.408	0.022016	0.350	0.31230	0.843	0.26327	0.860	0.91491	1.136	1.0474
0.1050	0.05584	0.414	0.023118	0.360	0.32411	0.856	0.27744	0.870	0.92361	1.134	1.0474
0.1075	0.05783	0.420	0.024289	0.370	0.33637	0.868	0.29197	0.880	0.93202	1.131	1.0541
0.1100	0.05986	0.426	0.025500	0.380	0.34828	0.879	0.30649	0.890	0.94014	1.128	1.0603
0.1125	0.06186	0.432	0.026724	0.390	0.36108	0.891	0.32172	0.900	0.94796	1.124	1.0655
0.1150	0.06388	0.439	0.028043	0.400	0.37354	0.902	0.33693	0.910	0.95541	1.120	1.0701
0.1175	0.06591	0.444	0.029274	0.410	0.38604	0.913	0.35246	0.920	0.96252	1.116	1.0742
0.1200	0.06797	0.450	0.030587	0.420	0.39858	0.921	0.36709	0.930	0.96922	1.109	1.0749
0.1225	0.07005	0.456	0.031943	0.430	0.40890	0.934	0.38191	0.940	0.97554	1.101	1.0741
0.1250	0.07214	0.463	0.033401	0.440	0.42379	0.943	0.39963	0.950	0.98130	1.094	1.0735
0.1275	0.07426	0.468	0.034754	0.450	0.43645	0.955	0.41681	0.960	0.98658	1.086	1.0714
0.1300	0.07640	0.473	0.036137	0.460	0.44913	0.964	0.43296	0.970	0.99126	1.075	1.0656

Diagrama de interacción para columnas rectangulares

$\gamma = 0.8$

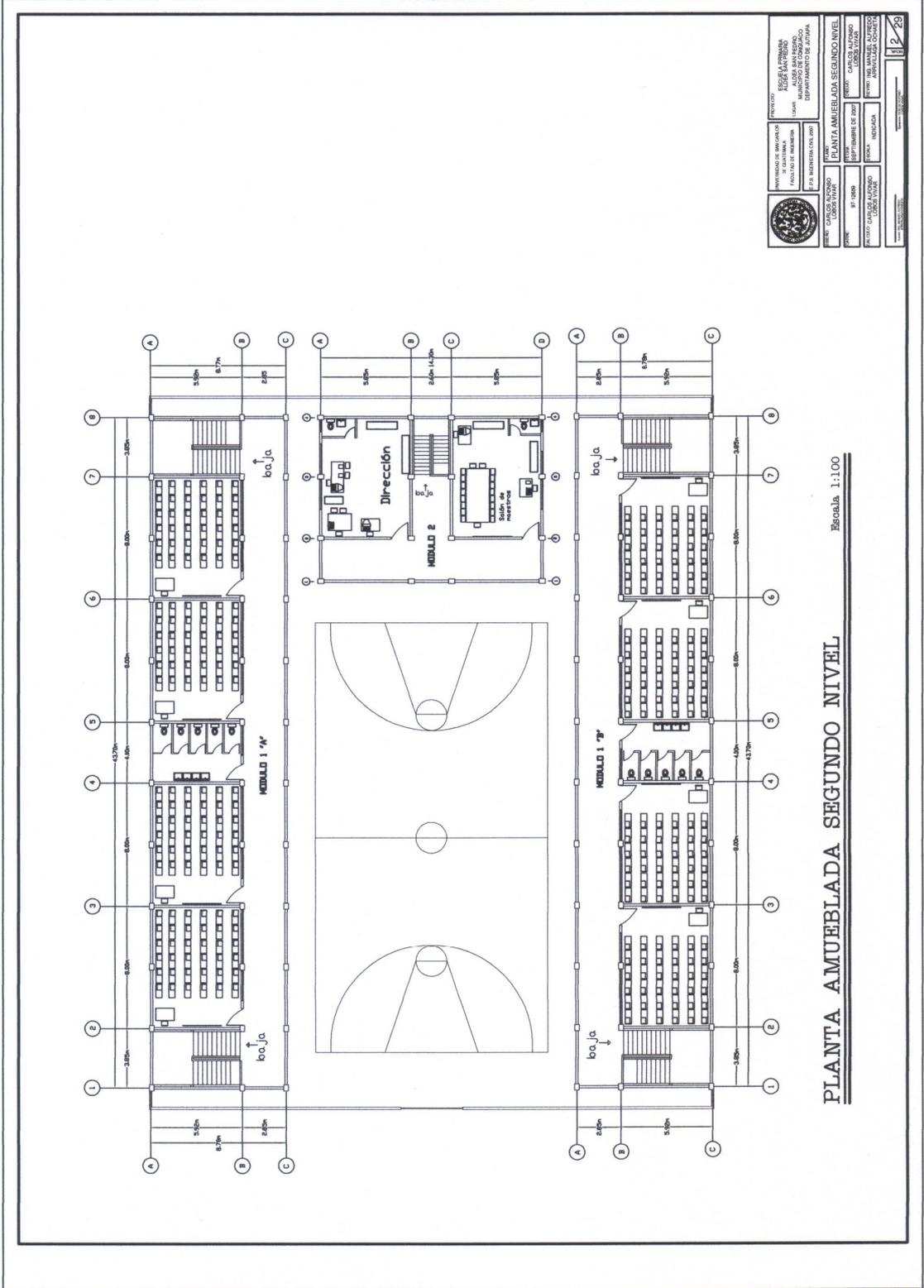


PLANOS EDIFICIO ESCOLAR



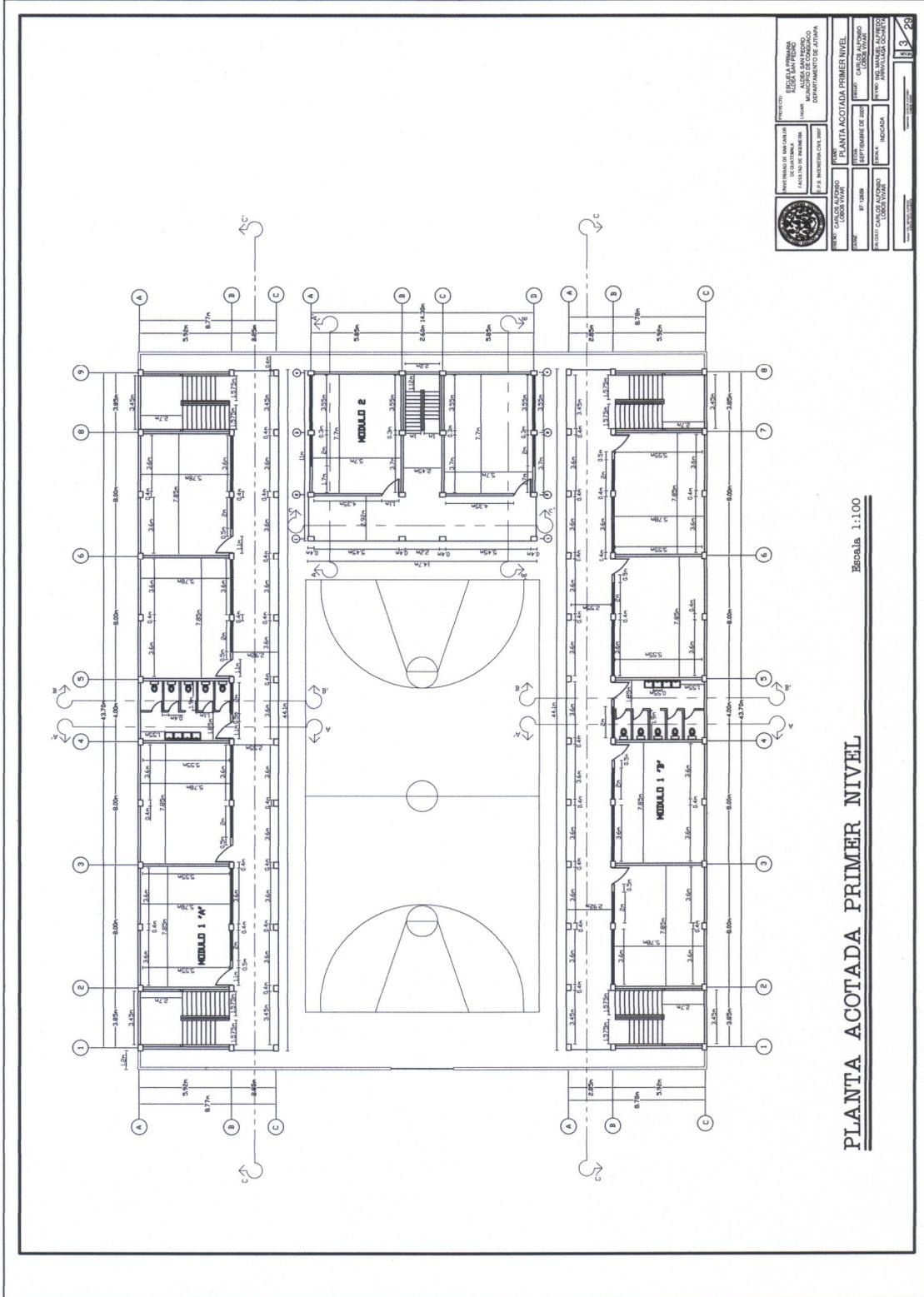
	PROYECTO	ESUELA PRIMERA
	INSTITUCION DE ENSEÑANZA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
	UBICACION	AV. DE LA AMERICA
	FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIA
	PROFESOR	DR. JOSE ANTONIO
	ESTUDIANTE	DR. JOSE ANTONIO
	FECHA	1970
	ETAPA	PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL
	ESCALA	1:100
	PROYECTADO POR	ING. JOSE ANTONIO
	REVISADO POR	ING. JOSE ANTONIO
	APROBADO POR	ING. JOSE ANTONIO
	FECHA DE APROBACION	1970

PLANTA AMUEBLADA PRIMER NIVEL
Escala: 1:100



PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
Escala 1:100

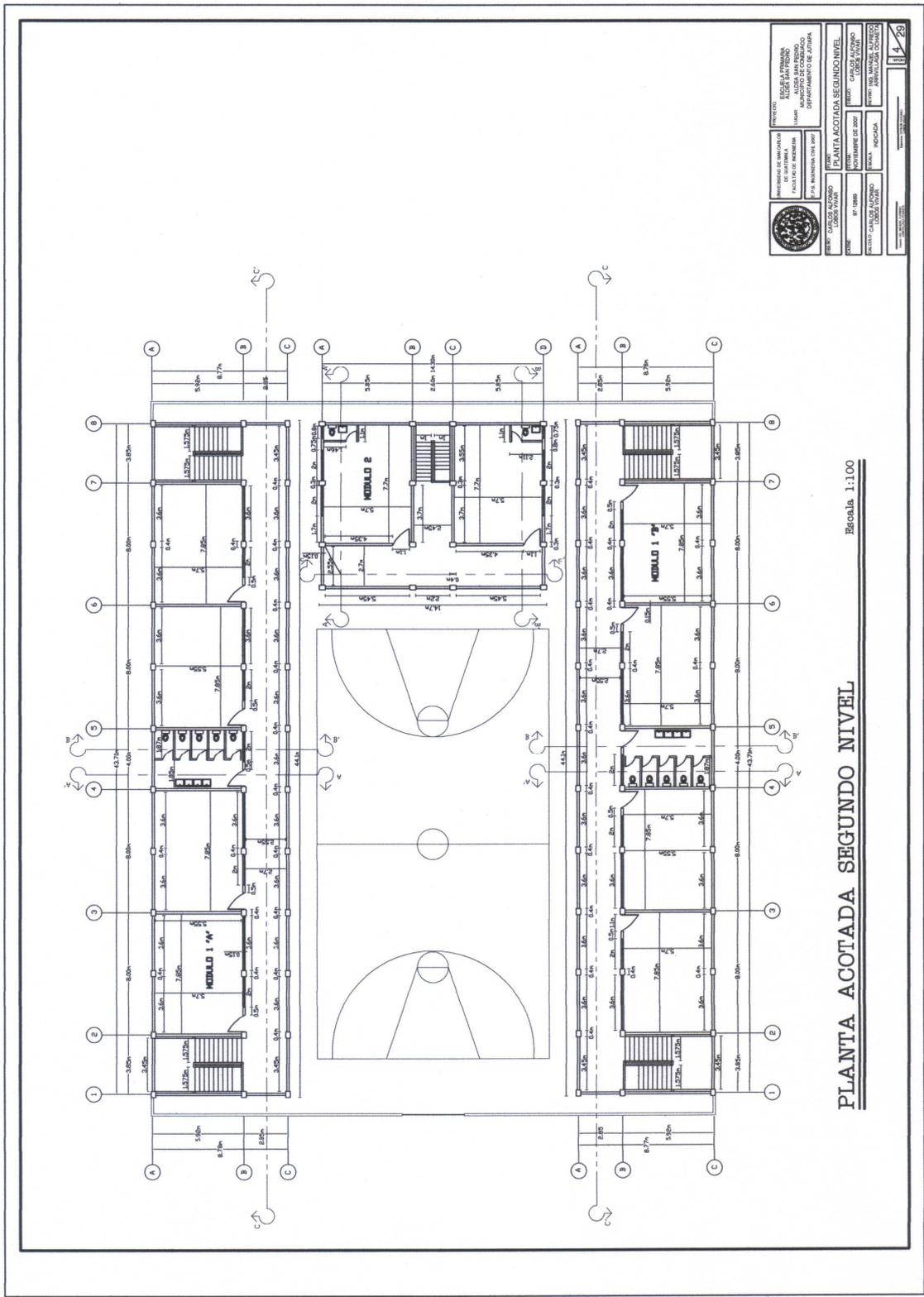
	PROYECTO	ESCUELA PRIMARIA ALICIA SAN ROMÁN
	UBICACIÓN	CIUDAD DE BOYACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
	PROYECTO	PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
	UBICACIÓN	CIUDAD DE BOYACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
	PROYECTO	PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
	UBICACIÓN	CIUDAD DE BOYACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
	PROYECTO	PLANTA AMUEBLADA SEGUNDO NIVEL
	UBICACIÓN	CIUDAD DE BOYACÁ, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ



PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL

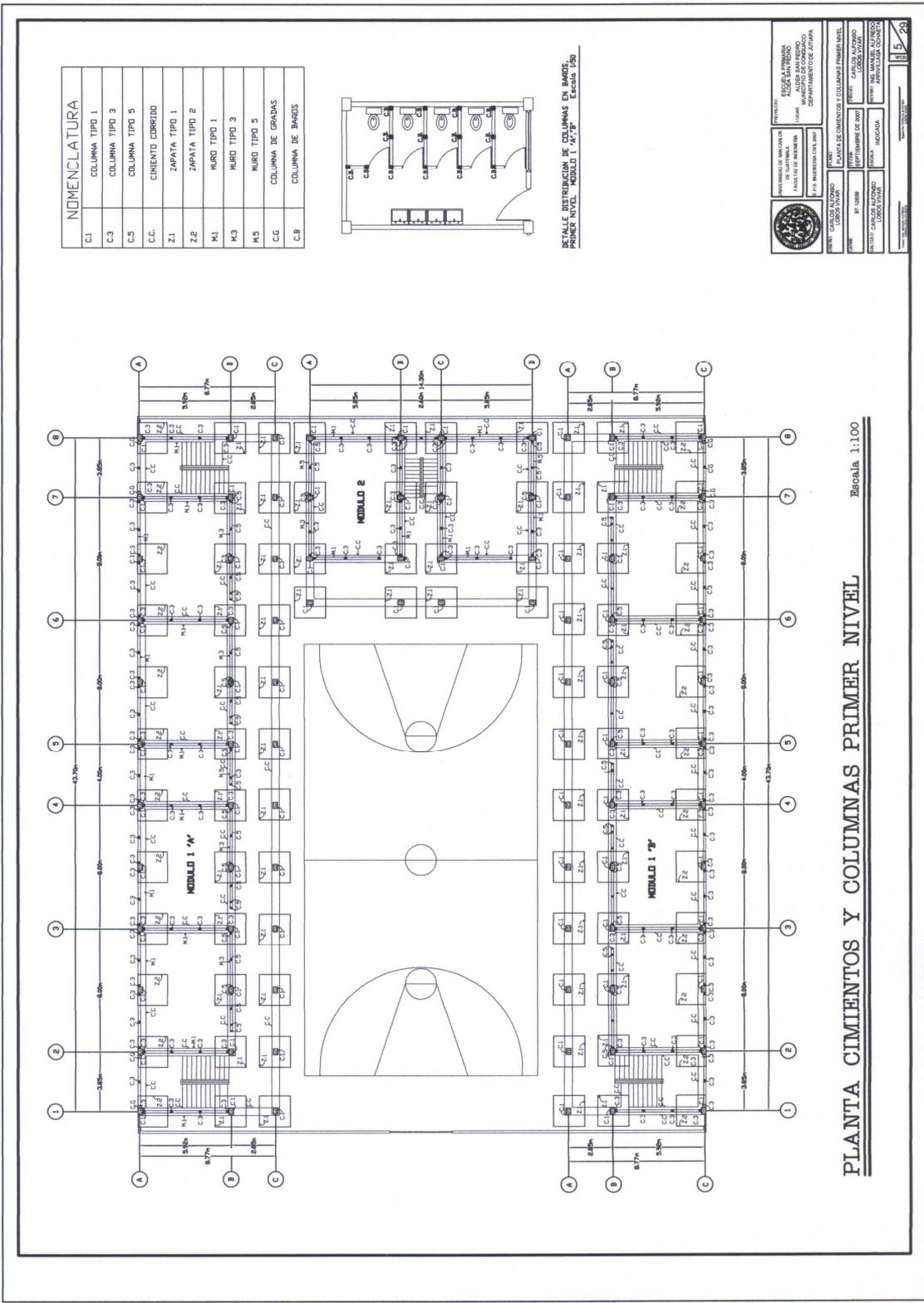
Escala: 1:100

	UNIVERSIDAD DE NARIÑO	PROYECTO	PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL
	FACULTAD DE INGENIERIA	ESPECIALIDAD	INGENIERIA CIVIL
F-25 INGENIERIA CIVIL (2020)		ASIGNATURA	CONSTRUCCION DE EDIFICIOS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALI		DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO DE CALI
INGENIERO	ANDRÉS GÓMEZ	FECHA	2023/04/20
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	ESTUDIANTE	ANDRÉS GÓMEZ
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	BOLETA	BOLETA
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	BOLETA	BOLETA
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	BOLETA	BOLETA
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	BOLETA	BOLETA
PROFESOR	ANDRÉS GÓMEZ	BOLETA	BOLETA

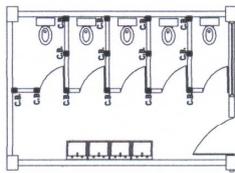


	PROYECTO	ESCUELA PRIMARIA ALBA SAN PEDRO	
	CLIENTE	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN	
INSTITUCIÓN	UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO DE MACORIS	DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA	
FECHA	17/08/2007	PROYECTO	PLAN DE ACOTADA SEGUNDO NIVEL
PROYECTANTE	ING. CARLOS ALFONSO LACRUZ	PROYECTANTE	ING. CARLOS ALFONSO LACRUZ
PROYECTO	PLAN DE ACOTADA SEGUNDO NIVEL	PROYECTO	PLAN DE ACOTADA SEGUNDO NIVEL
PROYECTO	PLAN DE ACOTADA SEGUNDO NIVEL	PROYECTO	PLAN DE ACOTADA SEGUNDO NIVEL

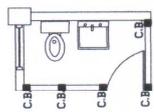
PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL Escala: 1:100



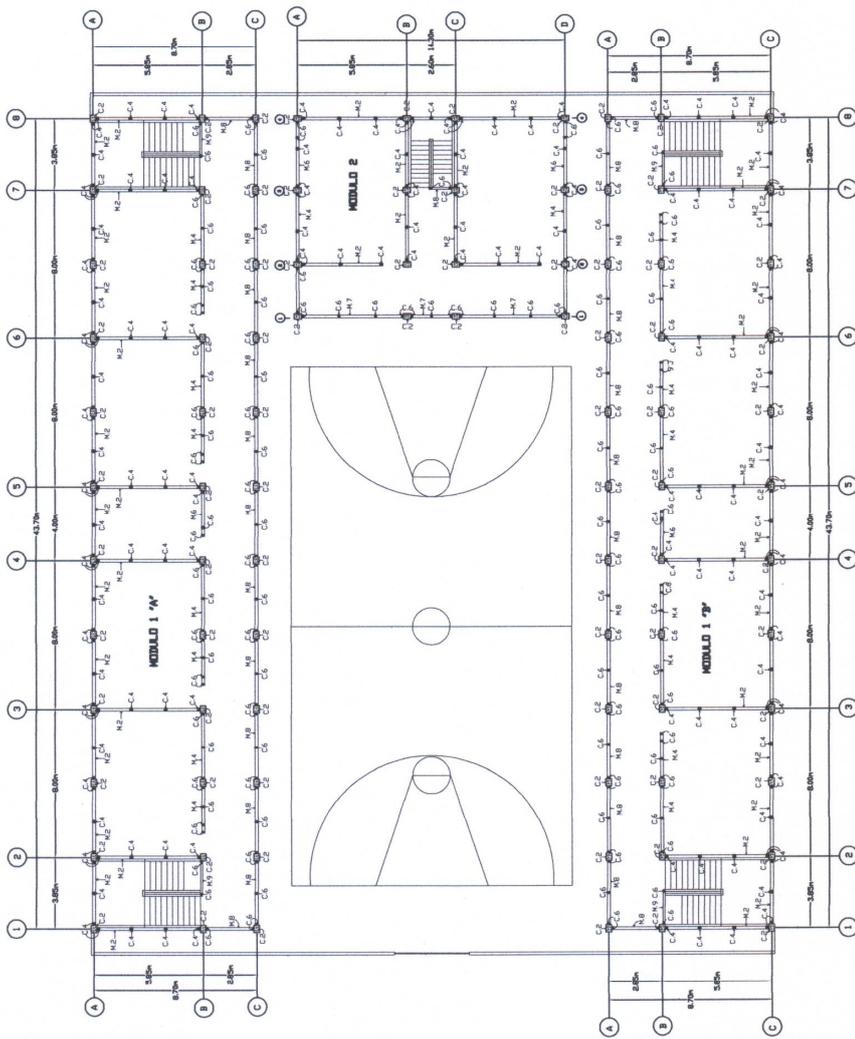
NOMENCLATURA	
C.2	COLUMNA TIPO 2
C.4	COLUMNA TIPO 4
C.6	COLUMNA TIPO 6
M.2	MURO TIPO 2
M.4	MURO TIPO 4
M.6	MURO TIPO 6
M.7	MURO TIPO 7
M.8	MURO TIPO 8
M.9	MURO TIPO 9
C.B	COLUMNA DE BARRIS



DETALLE DISTRIBUCION DE COLUMNAS EN BANDAS.
SEGUNDO NIVEL. MODULO 1. 1/2" = 1'0"



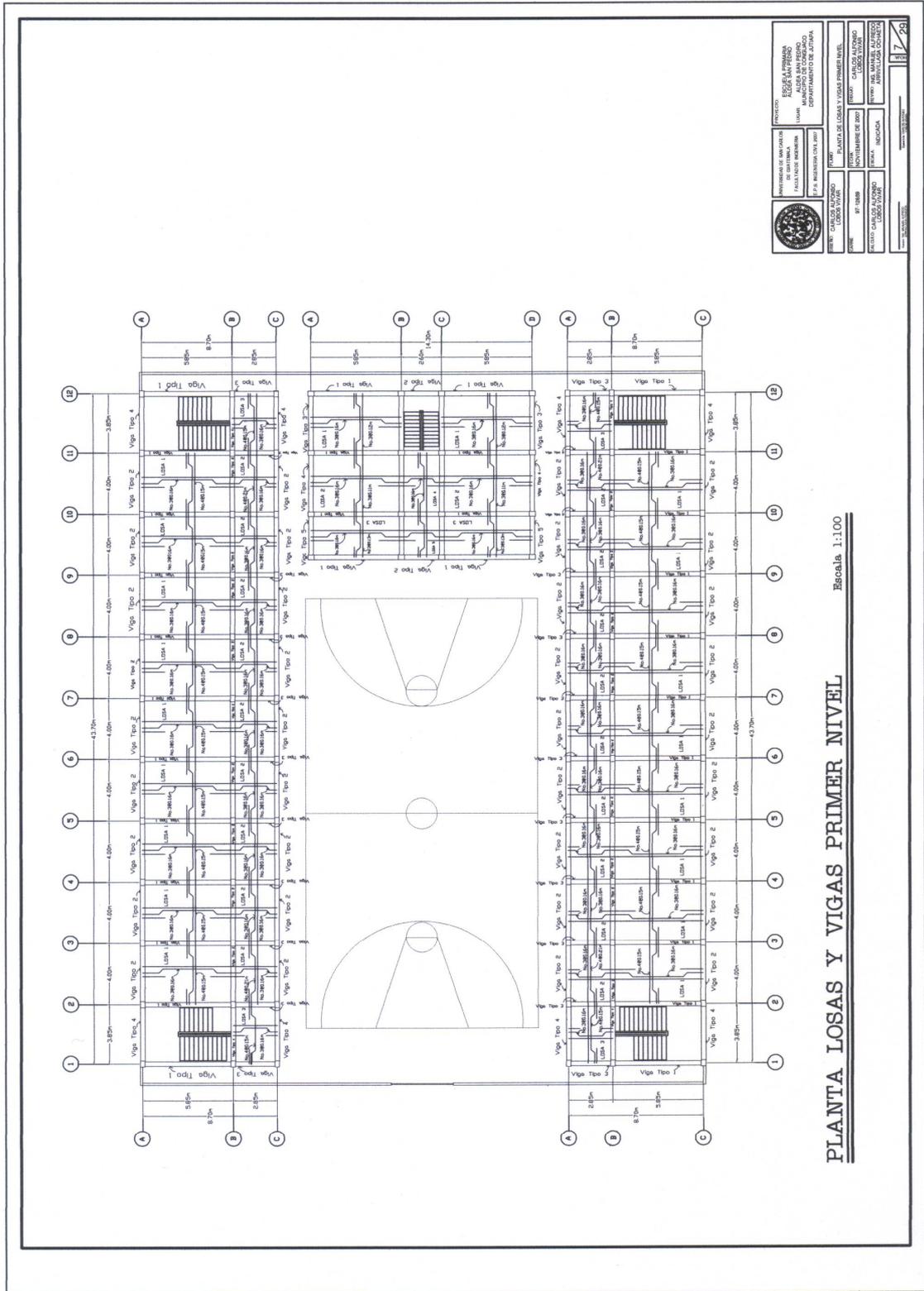
DETALLE DISTRIBUCION DE COLUMNAS EN BANDAS.
SEGUNDO NIVEL. MODULO 2. Escala 1:100

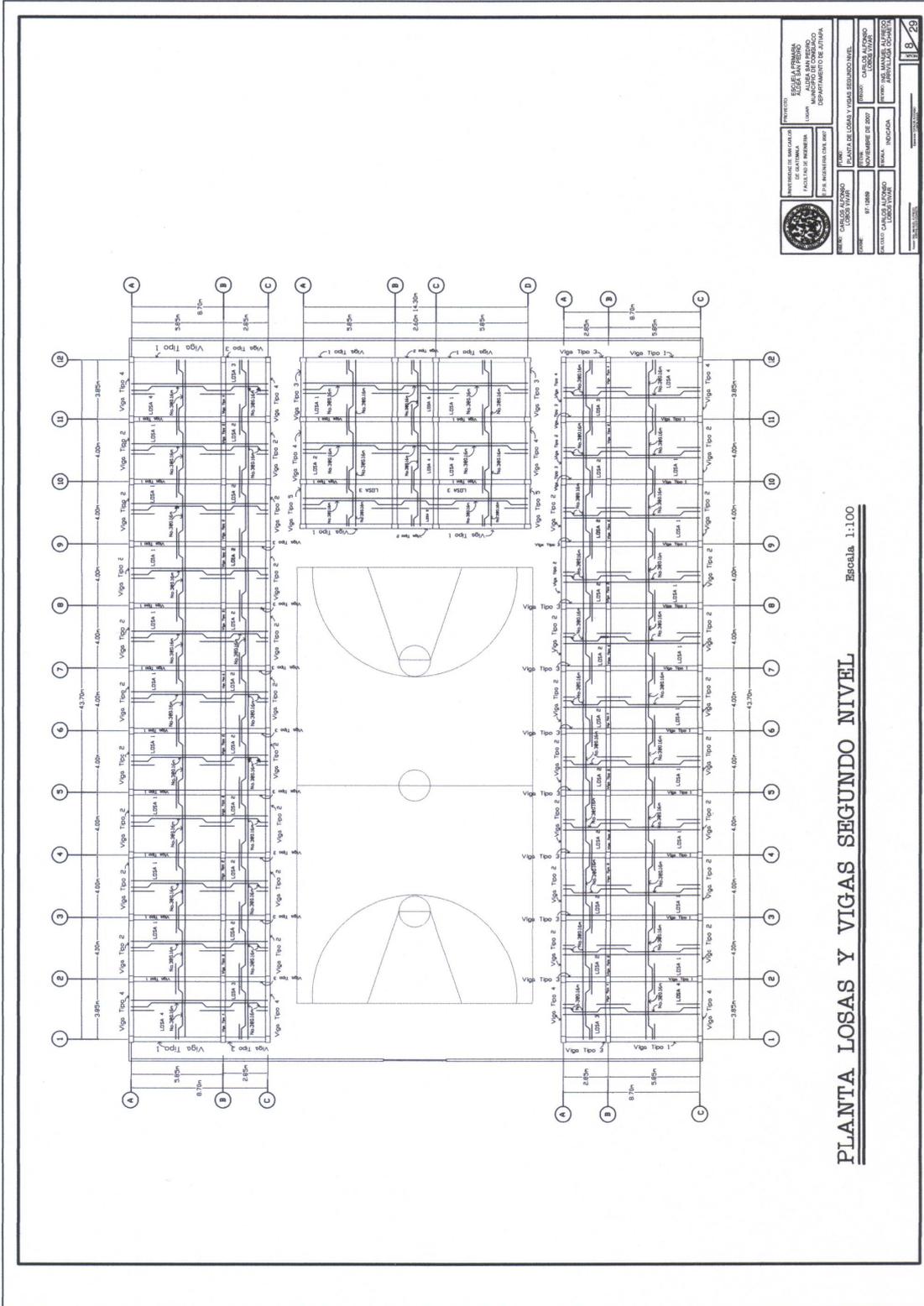


Escala: 1:100

PLANTA COLUMNAS SEGUNDO NIVEL

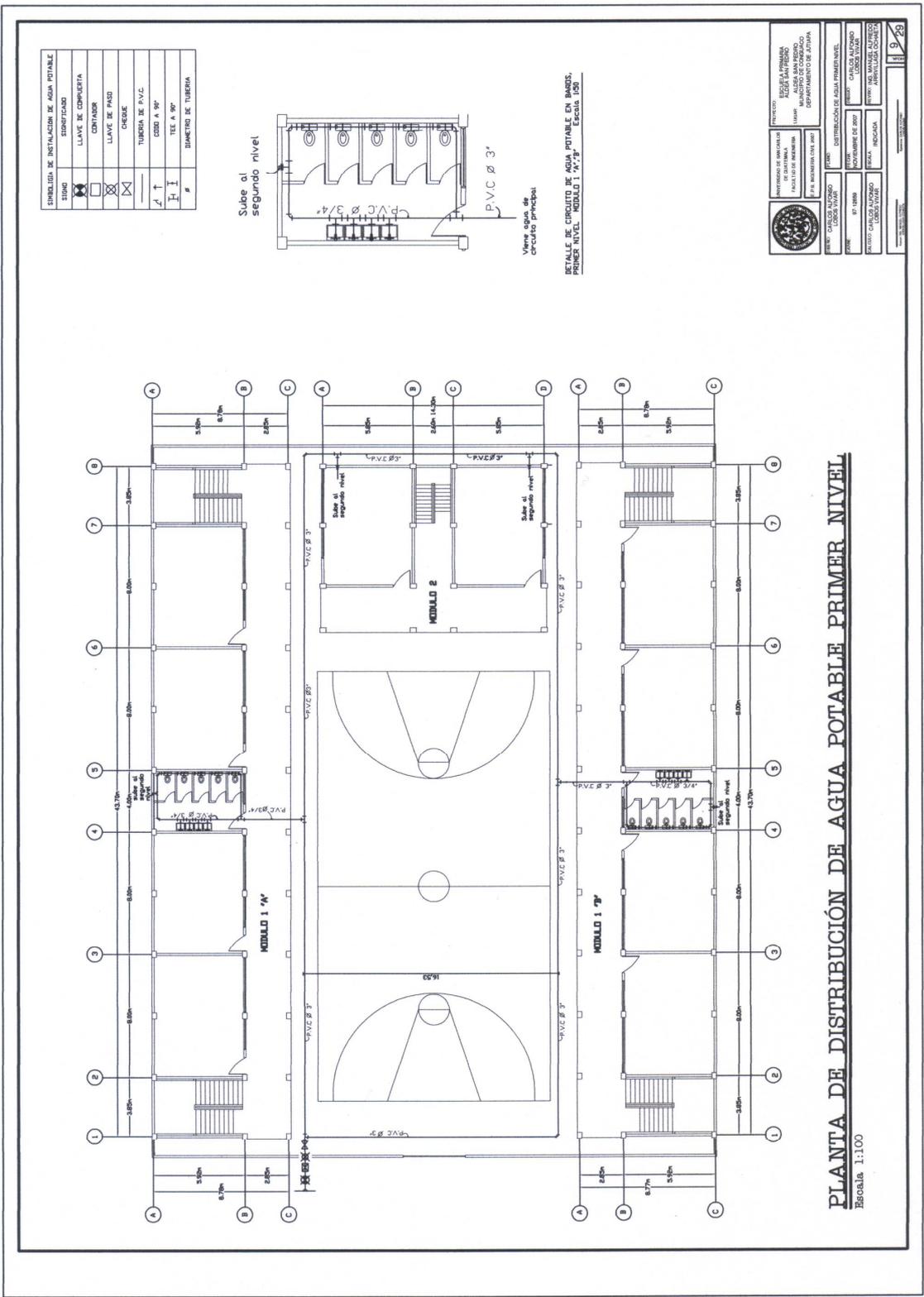
	PROYECTO:	ESCUELA ANTIOQUEÑA DE INGENIERIA
	CLIENTE:	MUNICIPIO DE CALDAS
PROYECTADO POR:	INGENIERO:	INGENIERO:
REVISADO POR:	INGENIERO:	INGENIERO:
APROBADO POR:	INGENIERO:	INGENIERO:
PLANTA DE COLUMNAS SEGUNDO NIVEL		
Escala: 1:100		





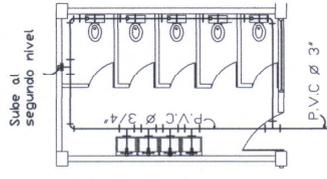
PLANTA LOSAS Y VIGAS SEGUNDO NIVEL Escala: 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	PROYECTO	CLASIFICACION
	FACULTAD DE INGENIERIA	ESCALA PRIMARIA	ALCALDIA SAN SEBASTIAN
	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	FECHA	DEPARTAMENTO DE JUDICA
		PROYECTO	CLASIFICACION
		NOVIEMBRE DE 2007	ALCALDIA DE LOS RIOS
		PROYECTO	CLASIFICACION
		NOVIEMBRE DE 2007	ALCALDIA DE LOS RIOS
		PROYECTO	CLASIFICACION
		NOVIEMBRE DE 2007	ALCALDIA DE LOS RIOS
		PROYECTO	CLASIFICACION
		NOVIEMBRE DE 2007	ALCALDIA DE LOS RIOS
		PROYECTO	CLASIFICACION
		NOVIEMBRE DE 2007	ALCALDIA DE LOS RIOS



LEYENDA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE

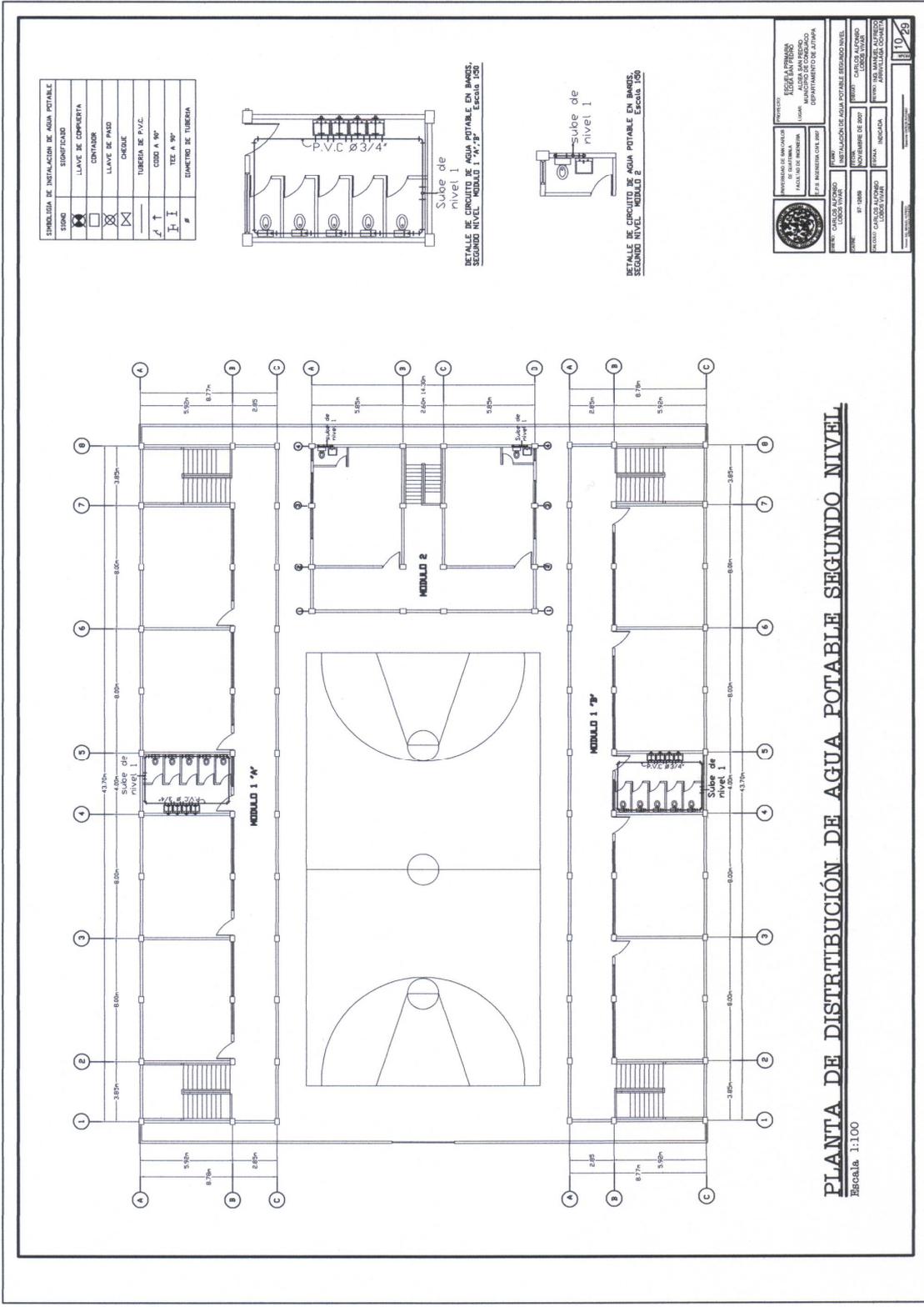
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	LLAVE DE CUBIERTA
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	CHUBRE
	TUBERIA DE P.V.C.
	COBDO A 90°
	TEL. A 90°
	DIAMETRO DE TUBERIA



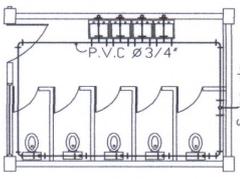
Detalle de circuito de agua potable en bodega.
PRIMER NIVEL. MODULO 1 1/4-3/4. Escala: 1:50

		INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE AGUAS
PROYECTO DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE NIVEL	ESCUELA DE GRADUADOS INGENIERÍA DE AGUAS TÍTULO: INGENIERÍA DE AGUAS	AUTOR CARLOS ALONSO CORTÉS VILLAR
FECHA 07/1988	POTENCIA DE 2000 RECALZA	ESCALA 1:100
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE AGUAS	INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE AGUAS	INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE AGUAS

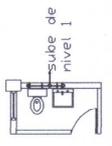
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL
Escala: 1:100



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
□	LLAVE DE CUBIERTA
□	CONTADOR
□	LLAVE DE PASO
□	CHEQUE
—	TUBERIA DE P.V.C.
—	COSE A 90°
—	TEE A 90°
—	DIÁMETRO DE TUBERIA



DETALLE DE CIRCUITO DE AGUA POTABLE EN BANOS. SEGUNDO NIVEL. MÓDULO 1 M, 7P. Escala 1:50



DETALLE DE CIRCUITO DE AGUA POTABLE EN BANOS. SEGUNDO NIVEL. MÓDULO 2. Escala 1:50

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA "ALBA SAN PEDRO"

LABORIO

DEPARTAMENTO DE AJTAPÁ

CELESTIN RODRÍGUEZ

PROYECTO: INSTALACION DE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL

FECHA: 10/28

PROYECTISTA: CARLOS ALFONSO LOZO VALEN

CLIENTE: INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA ALBA SAN PEDRO

PROYECTO: INSTALACION DE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL

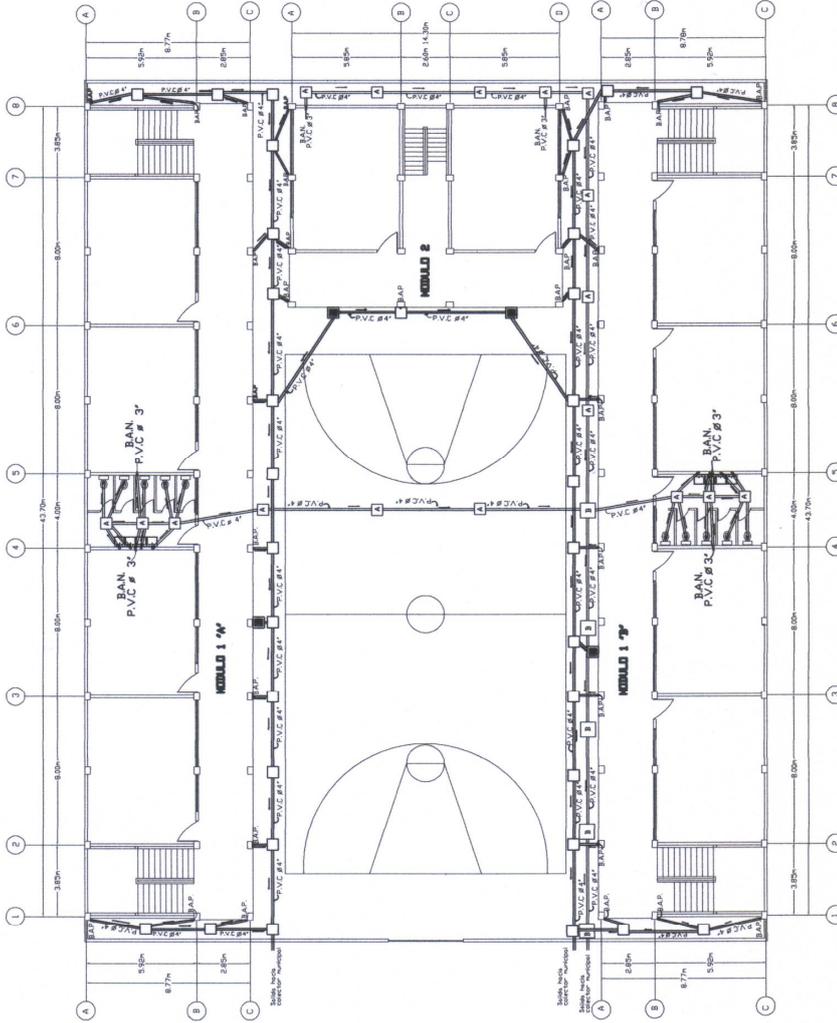
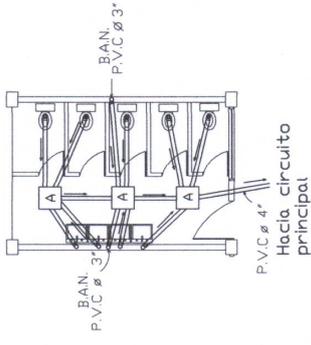
FECHA: 10/28

PROYECTISTA: CARLOS ALFONSO LOZO VALEN

CLIENTE: INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA ALBA SAN PEDRO

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SEGUNDO NIVEL
Escala: 1:100

SÍMBOLOS DE INSTALACIONES DE SEÑALES	
	SEÑALIZADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS
	CALA DE REGISTRO TIPO 'A'
	CALA DE REGISTRO TIPO 'B'
	BANAJ AGUAS NEGRAS
	BANAJ AGUAS NEGRAS INDICA EL SENTIDO DE LA CORRIENTE
	CALA PARA DRENAJE PLUVIAL
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	TUBERÍA DE AGUAS PLUVIALES
	BANAJ AGUAS PLUVIALES
	REPOSICIÓN

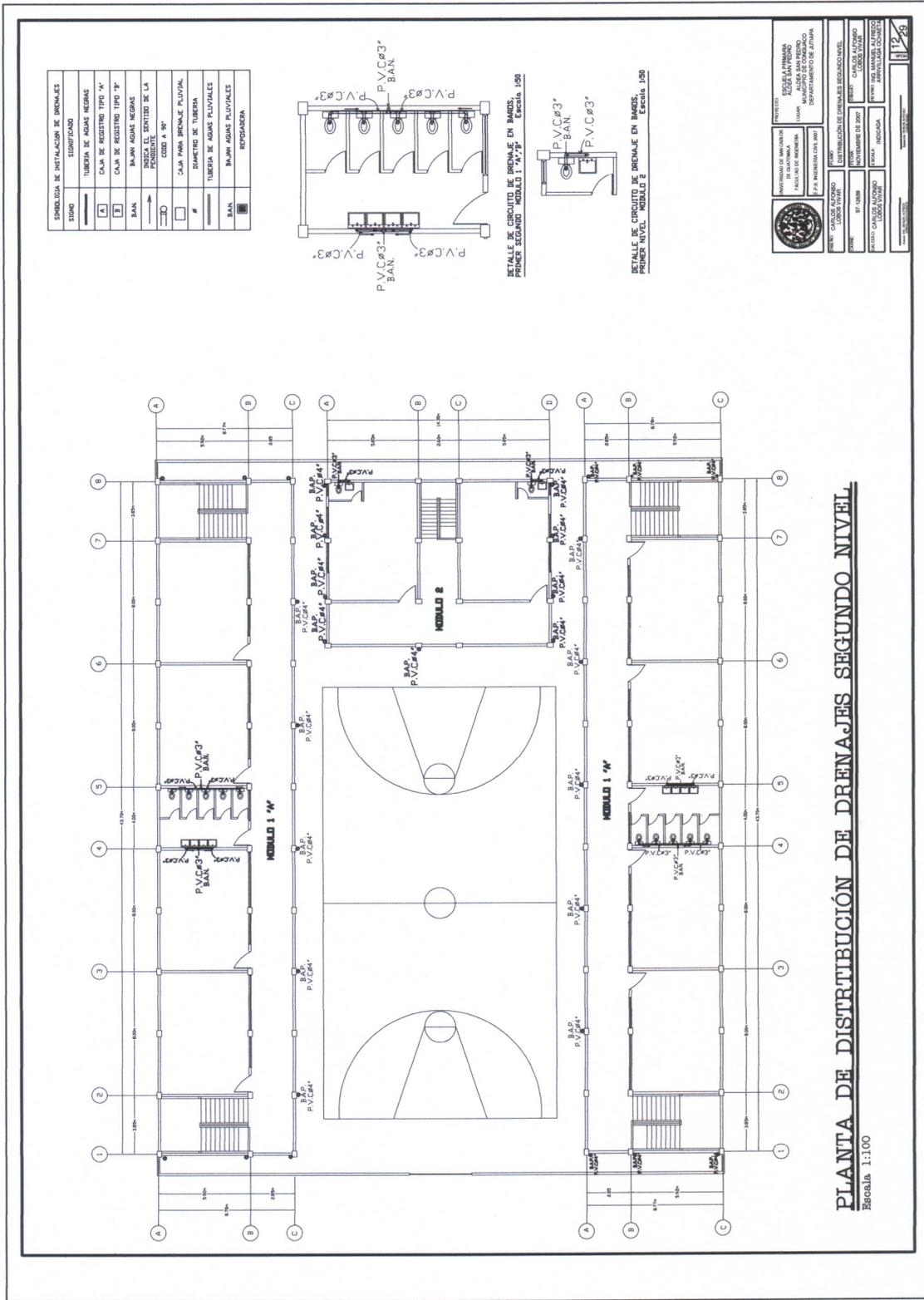


DETALLE DE CIRCUITO DE DRENAJE EN BARDAS.
PRIMER SEGUNDO MÓDULO 1 'A', 'B' Escala 1:50

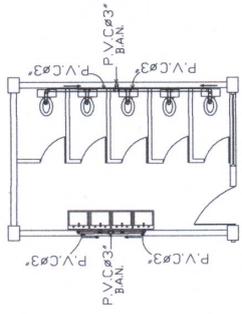
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE DRENAJES PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100

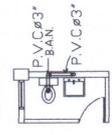
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PROYECTO	DISTRIBUCIÓN DE DRENAJES PRIMER NIVEL
	FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	ASISTENTE: ROSA MARÍA SERRANO TITULAR: CARLOS ALVARO LOPEZ YANET	FECHA: 10/05/2023 LUGAR: GUATEMALA
E.P. INGENIERÍA CIVIL 2000		PROFESOR: CARLOS ALVARO LOPEZ YANET	FECHA: 07/10/2022 LUGAR: GUATEMALA
TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE DRENAJES PRIMER NIVEL		PROFESOR: CARLOS ALVARO LOPEZ YANET	FECHA: 11/11/2022 LUGAR: GUATEMALA



SIMBOLOGIA DE INSTALACIONES DE DRENAJES	
SIGNIFICADO	
TUBERIA DE AGUAS NEGRAS	A
CAJA DE REGISTRO TIPO "A"	B
CAJA DE REGISTRO TIPO "B"	C
BANAJAS NEGROS	D
BANAJAS NEGROS	E
INDICA EL SENTIDO DE LA PENDIENTE	F
CAJA PARA DRENAJE PLUVIAL	G
DIAMETRO DE TUBERIA	H
TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES	I
BANAJAS PLUVIALES	J
BANAJAS PLUVIALES	K
REPRESION	L



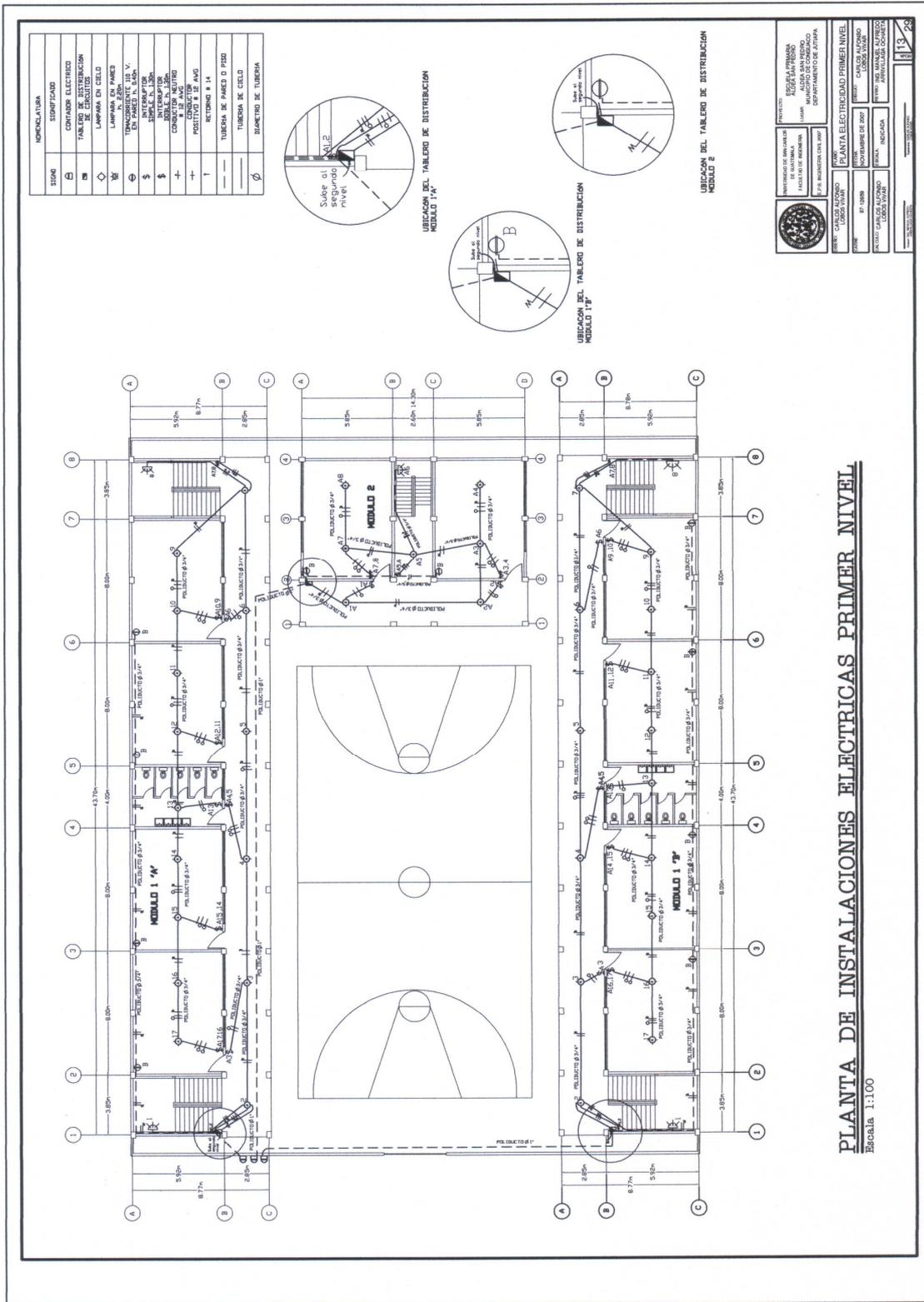
DETALLE DE CIRCUITO DE DRENAJE EN BANOS. PRIMER SEÑAL. MODULO 1. Nº 2. Escala 1:50



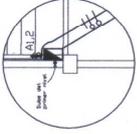
DETALLE DE CIRCUITO DE DRENAJE EN BANOS. PRIMER NIVEL. MODULO 2. Escala 1:50

	PROYECTO	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE LIMA
	INSTITUCION DE DRENAJE	INSTITUCION DE DRENAJE
PROYECTADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	PROYECTADO POR
REVISADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	REVISADO POR
APROBADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	APROBADO POR
FECHA	10/05/2023	FECHA
ESCALA	1:100	ESCALA
PROYECTO	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE LIMA	PROYECTO
INSTITUCION DE DRENAJE	INSTITUCION DE DRENAJE	INSTITUCION DE DRENAJE
PROYECTADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	PROYECTADO POR
REVISADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	REVISADO POR
APROBADO POR	ING. CARLOS ALVARO LOPEZ YUAN	APROBADO POR
FECHA	10/05/2023	FECHA
ESCALA	1:100	ESCALA

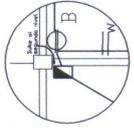
PLANTA DE DISTRIBUCION DE DRENAJES SEGUNDO NIVEL
Escala 1:100



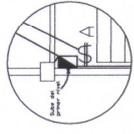
SIMBOLO	SIGNIFICADO
☐	CONTADOR ELECTRICO
☐	TABLEROS DE DISTRIBUCION
☐	LAMPARA EN CIELO
☐	LAMPARA EN PARED
☐	TOMACORRIENTE 115 V. EN PARED N. 6.48m.
☐	TOMACORRIENTE 115 V. EN PARED N. 1.36m.
☐	CONDUCTOR EN CIELO
☐	CONDUCTOR EN PARED
☐	CONDUCTOR EN TUBERIA
☐	RECTORIO 1 y 14
☐	TUBERIA DE PARED O PISO
☐	TUBERIA DE CIELO
☐	DIAMETRO DE TUBERIA



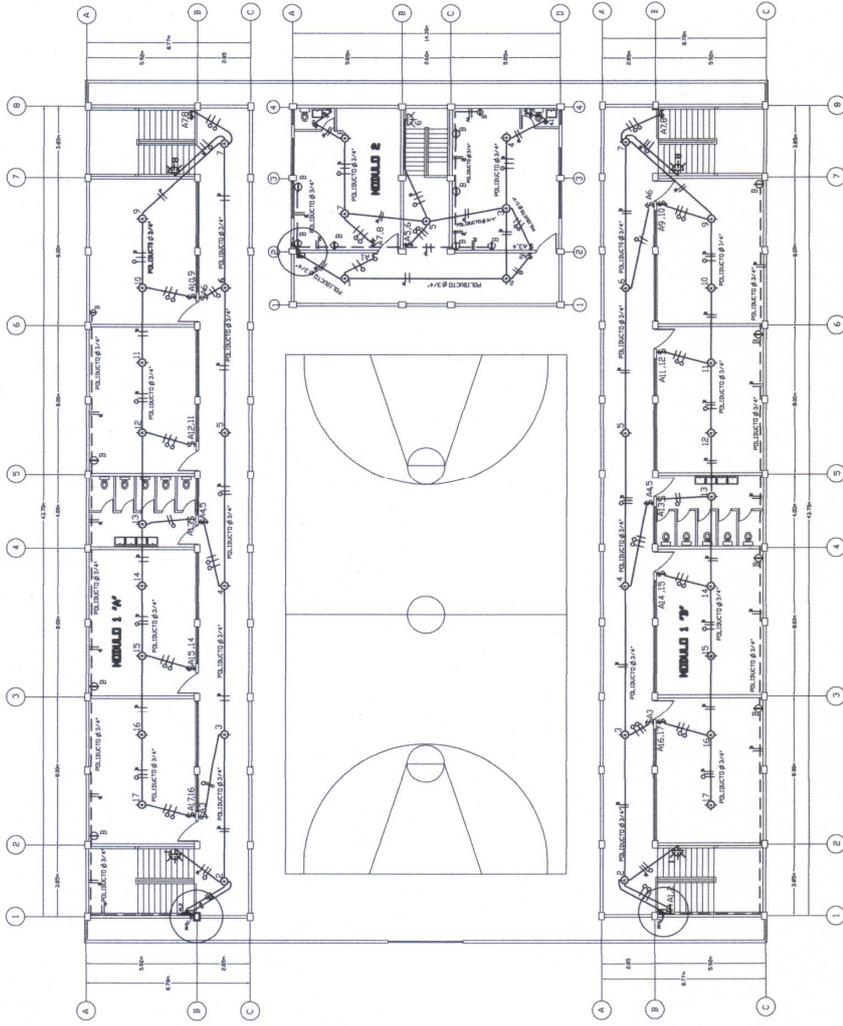
UBICACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION
MODULO 1 1.5"



UBICACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION
MODULO 2



UBICACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION
MODULO 3



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS SEGUNDO NIVEL Escala 1:100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPIO DE TOSCANO
DEPARTAMENTO DE ZUTUPA
C.A. INGENIERIA CIVIL 2007

PROYECTO: PLANTA DE ELECTRICIDAD SEGUNDO NIVEL

CLIENTE: CALLOS ALONSO

DISEÑO: CALLOS ALONSO

FECHA: 10/07/2008

PROYECTO: CALLOS ALONSO

PROYECTISTA: CALLOS ALONSO

PROYECTISTA: CALLOS ALONSO

PROYECTO: PLANTA DE ELECTRICIDAD SEGUNDO NIVEL

CLIENTE: CALLOS ALONSO

DISEÑO: CALLOS ALONSO

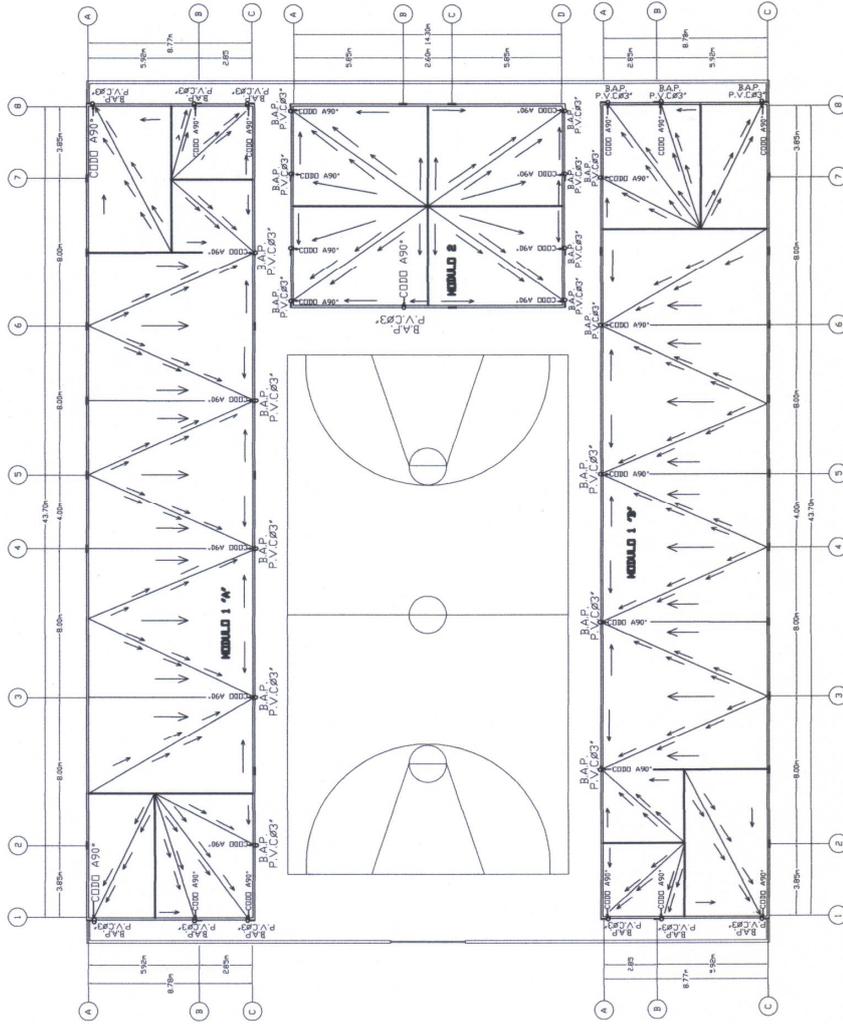
FECHA: 10/07/2008

PROYECTO: CALLOS ALONSO

PROYECTISTA: CALLOS ALONSO

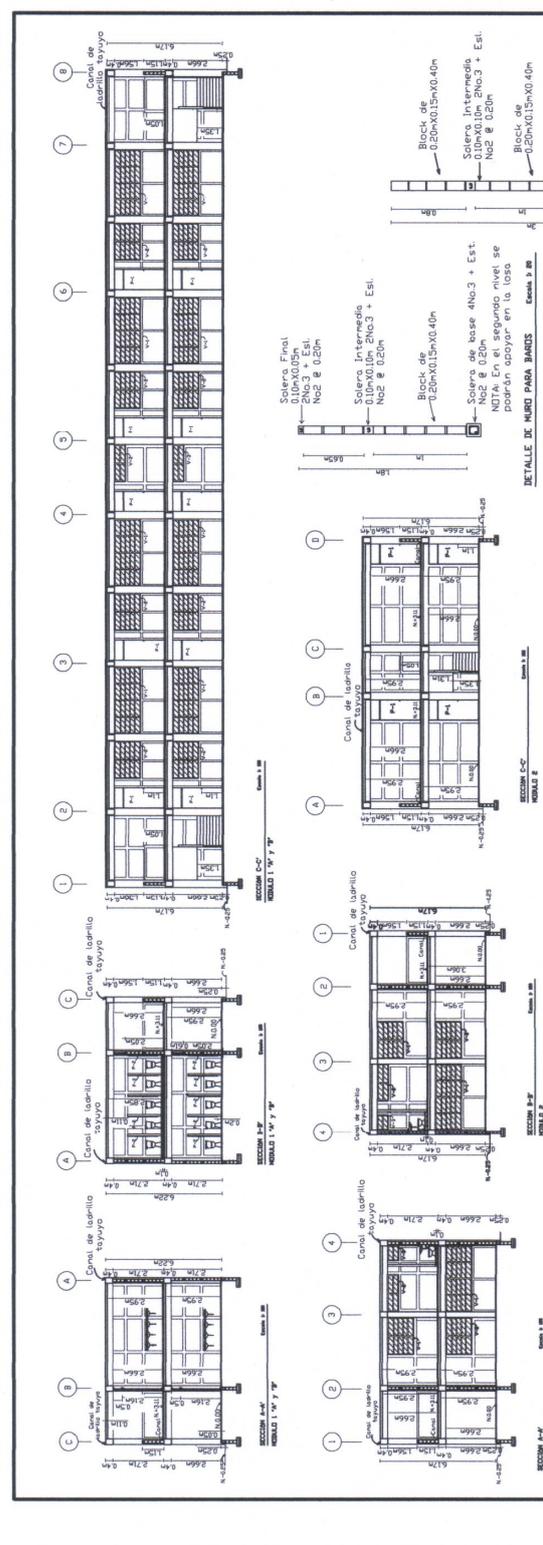
PROYECTISTA: CALLOS ALONSO

SIMBOLOGIA DE INSTALACION DE DRENAJES	
—	SIGNIFICADO
→	INDICACION DEL SENTIDO DE LA PENDIENTE
—○—	CODO A 90°
—#—	DIAMETRO DE TUBERIA
—	TUBERIA DE AGUA PLUVIALES
B.A.P.	BUNAV AGUA PLUVIALES



PLANTA DE TECHOS
Escala: 1:100

	INSTITUCION EDUCATIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA P.B. INGENIERIA CIVIL 2000	PROYECTO ESCUELA PRIMARIA CALLES ALONSO OCHOA Y SAN PEDRO DEPARTAMENTO DE BUENOS AIRES
	PLANTA DE TECHOS	AUTOR CALLOS ALONSO CUBES VIZET
ESTUDIO CUBES VIZET	DISEÑO CUBES VIZET	FECHA 1980
CLIENTE CALLOS ALONSO	LUGAR BUENOS AIRES	ESCALA 1:100
HOJA 15	DE 29	



SECCIONES VERTICALES DE MURD PARA BANDS DE OFICINAS
Escala 1:20

DETALLE DE MURD PARA BANDS DE OFICINAS
Escala 1:20

SECCIONES VERTICALES DE PUERTAS Y VENTANAS
Escala 1:20

DETALLE DE CANAL PARA PASILLAS
Escala 1:20

SECCIONES VERTICALES DE MURD PARA BANDS DE OFICINAS
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	118	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE PUERTAS Y VENTANAS
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	118	2.66	2	Metal
V-1	118	2.66	2	Metal
V-2	2.0	2.10	1	plywood

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 2 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 2 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE PUERTAS Y VENTANAS MODULO 1 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	110	2.66	5	Metal
P-2 (en su marco)	0.70	1.60	5	Plywood

SECCIONES VERTICALES DE PUERTAS Y VENTANAS MODULO 2 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	110	2.66	5	Metal
P-2 (en su marco)	0.70	1.60	5	Plywood

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 2 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	3.60	1.26	2.66	4	Metal
V-2	2.00	1.26	2.66	4	Metal
V-3 (en su marco)	2.00	2.05	2.66	1	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	118	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE PUERTAS Y VENTANAS MODULO 2 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	ALTO SOBRE MARCO (cm)	UNIDADES	MATERIAL
P-1	118	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 2 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	2.00	1.26	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	2.00	1.26	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 2 PRIMER NIVEL
Escala 1:20

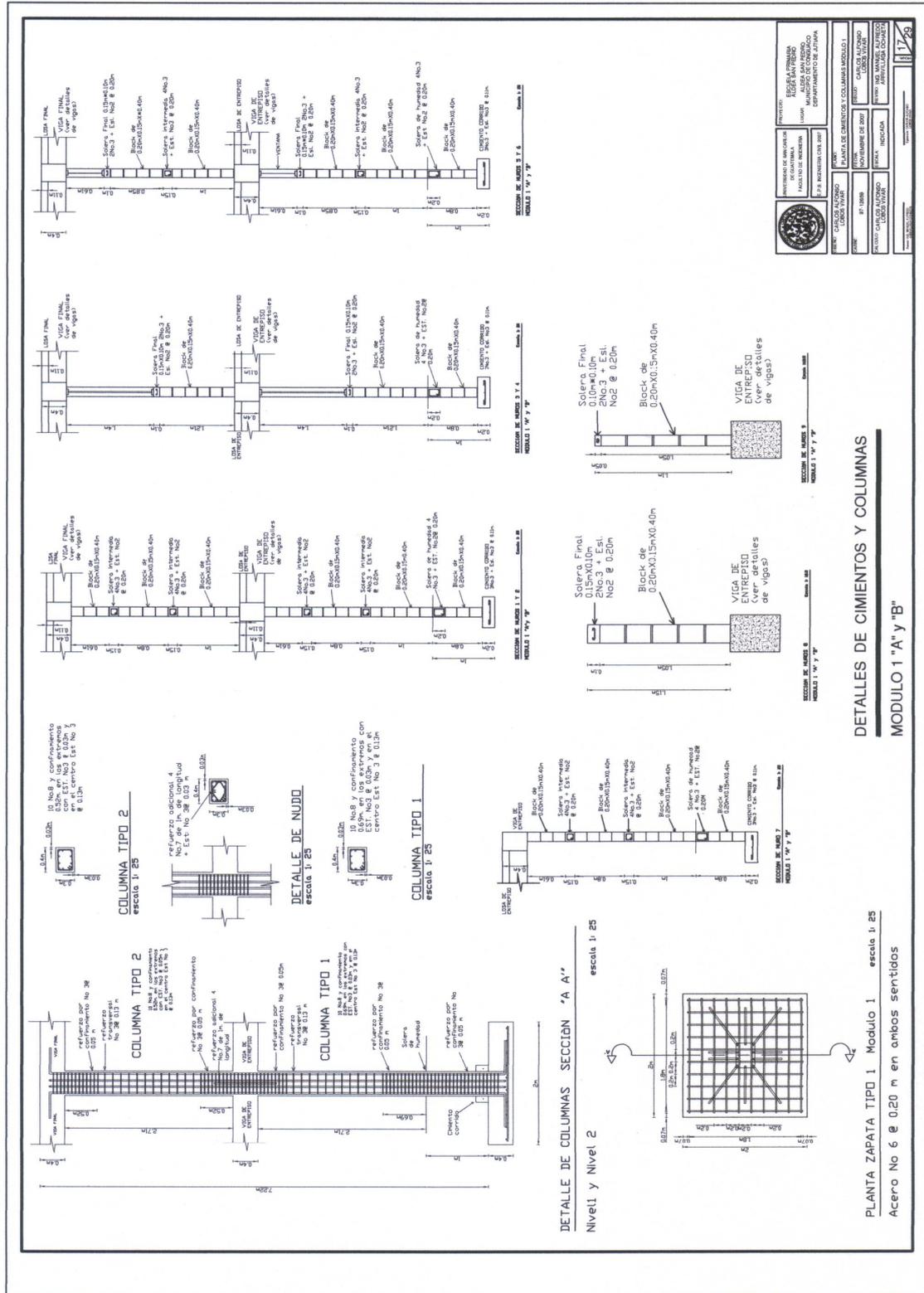
TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	2.00	1.26	2.66	2	Metal

SECCIONES VERTICALES DE VENTANAS MODULO 1 SEGUNDO NIVEL
Escala 1:20

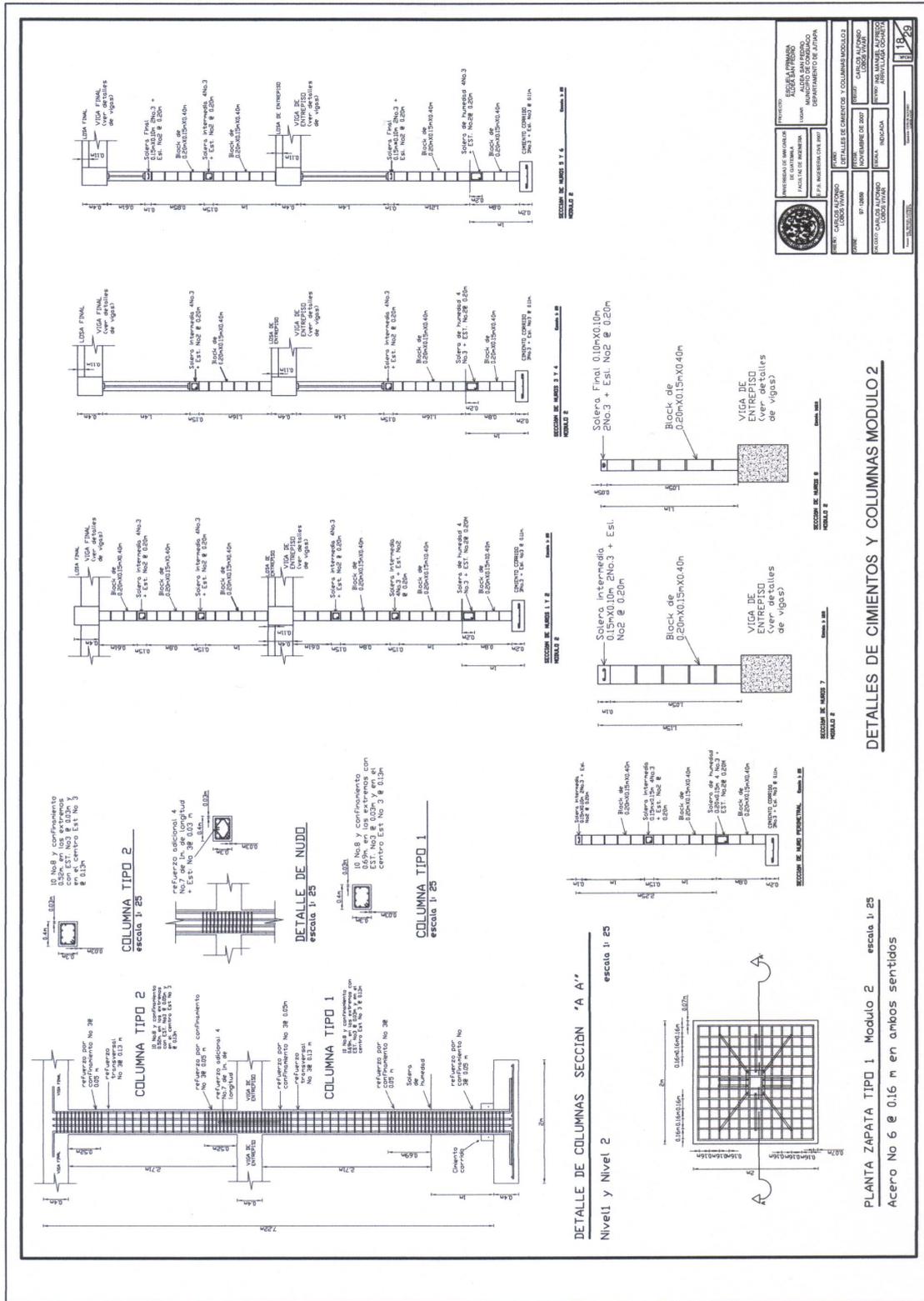
TIPO	ANCHO (cm)	SILLAR (cm)	DINTEL (cm)	UNIDADES	MATERIAL
V-1	2.00	1.26	2.66	2	Metal

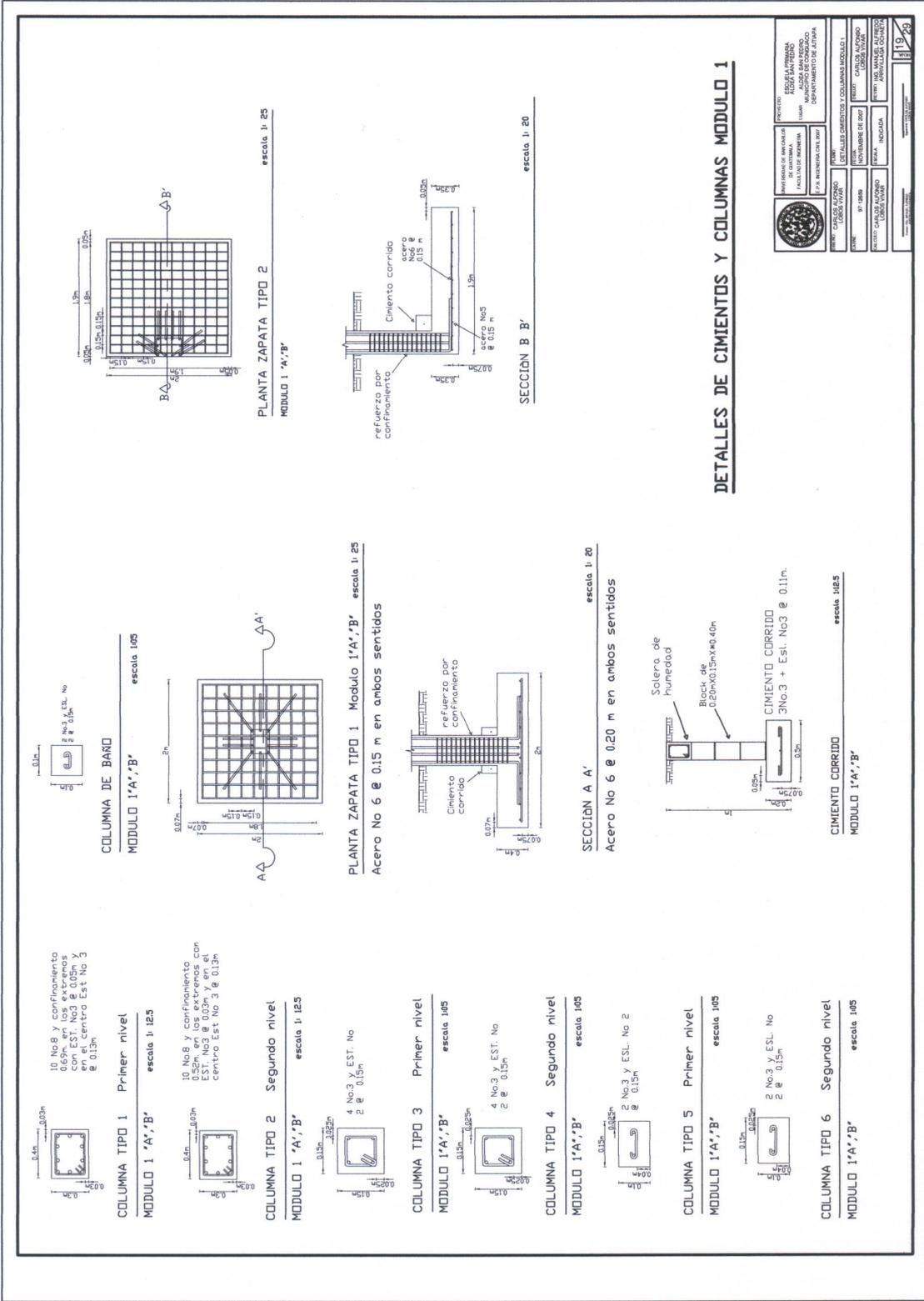
SECCIONES MODULOS 1 Y 2
Escala: 1:100

PROYECTISTA INGENIERO DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA P.O. BOX 30829 SANTO DOMINGO, D.R.	PROYECTO ESCALA: PRIMARIA LAVAR ALBA SANCHEZ VIAJES DEPARTAMENTO DE AVIACION		
PROYECTISTA INGENIERO CIVIL BOYB Y CASAS NUÑO AV. 57 1880 SANTO DOMINGO, D.R.	PROYECTO CORTES Y ACABADOS BOYB Y CASAS NUÑO CARRERA AL FRENTE CARRERA AL FONDO CARRERA AL COSTADO		
PROYECTISTA INGENIERO CIVIL CARLOS ALVARADO CALLE 45 NO. 152 SANTO DOMINGO, D.R.	PROYECTO REVISIÓN DEL PLANO DE CIMENTACIÓN		
<table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>16/02/08</td> </tr> </table>		FECHA	16/02/08
FECHA	16/02/08		



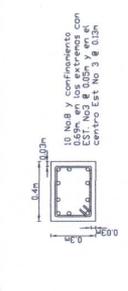
		PROYECTO: PLANTA DE CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO 1
INSTITUCION DE EDUCACION: ESCUELA POLITECNICA DE GUADALUPE MUNICIPIO DE GUADALUPE DEPARTAMENTO DE JUNAGA		LUGAR: GUADALUPE DEPARTAMENTO DE JUNAGA
FECHA: 07/10/2007	FECHA DE APROBACION: 10/10/2007	INGENIERO: CARLOS ALONSO LUCIO VARGAS
CLIENTE: MUNICIPIO DE GUADALUPE	DISEÑADOR: CARLOS ALONSO LUCIO VARGAS	APROBADO POR: CARLOS ALONSO LUCIO VARGAS
ESCALA: 1:25	TITULO: PLANTA DE CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO 1	HOJA: 17/29





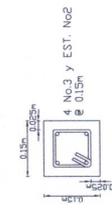
DETALLES DE CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO 1

	UNIVERSIDAD DE MANIZALES	PROYECTO	DETALLES DE CIMENTOS Y COLUMNAS MODULO 1
	ESCUELA DE INGENIERIA	FECHA	19/09/2007
	INGENIERIA DE INGENIERIA	PROFESOR	CARLOS ALFONSO LOPEZ VALE
	DEPARTAMENTO DE AJYMA	ESTUDIANTE	ANDREA MARCELA CASTAÑO
		CIUDAD	MANIZALES
		PAIS	COLOMBIA
		FECHA	19/09/2007

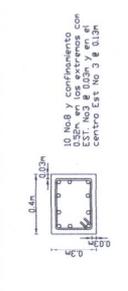


COLUMNA TIPO 1 Primer nivel
escala 1:125

10 No.3 y 4 No.3 EST. No.2 @ 0.15m en el centro EST. No.3 @ 0.15m

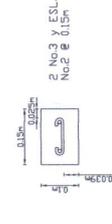


4 No.3 y EST. No.2
No.3 @ 0.15m

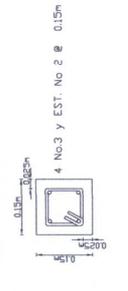


COLUMNA TIPO 2 Segundo nivel
escala 1:125

10 No.3 y 4 No.3 EST. No.2 @ 0.15m en el centro EST. No.3 @ 0.15m

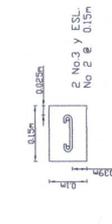


2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m

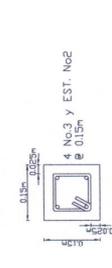


COLUMNA TIPO 3 Primer nivel
escala 1:105

4 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m

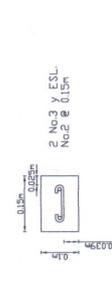


2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m



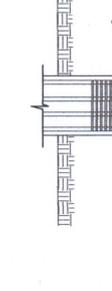
COLUMNA TIPO 4 Segundo nivel
escala 1:105

4 No.3 y EST. No.2
No.3 @ 0.15m

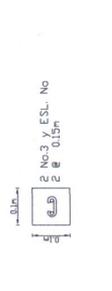


COLUMNA TIPO 5 Primer nivel
escala 1:105

2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m

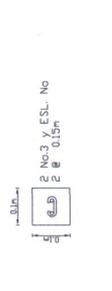


2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m

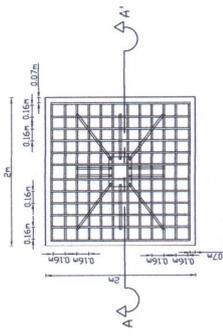


COLUMNA TIPO 6 Segundo nivel
escala 1:105

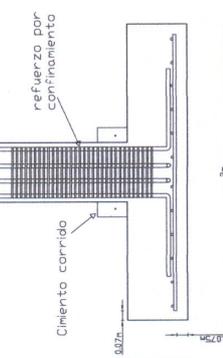
2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m



2 No.3 y EST. No.2 @ 0.15m



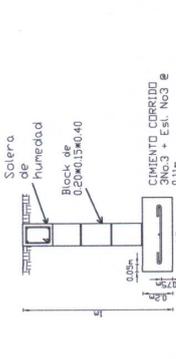
PLANTA ZAPATA TIPO 1 Modulo 2 escala 1:25
Acero No 6 @ 0.16 m en ambos sentidos



SECCION A A' escala 1:25
Acero No 6 @ 0.16 m en ambos sentidos

refuerzo por confinamiento

Cimiento corrido



COLUMNA DE BARRO
MODULO 1'A', 'B' Y MODULO 2 escala 1:105

CIMIENTO CORRIDO MODULO 2 escala 1:125

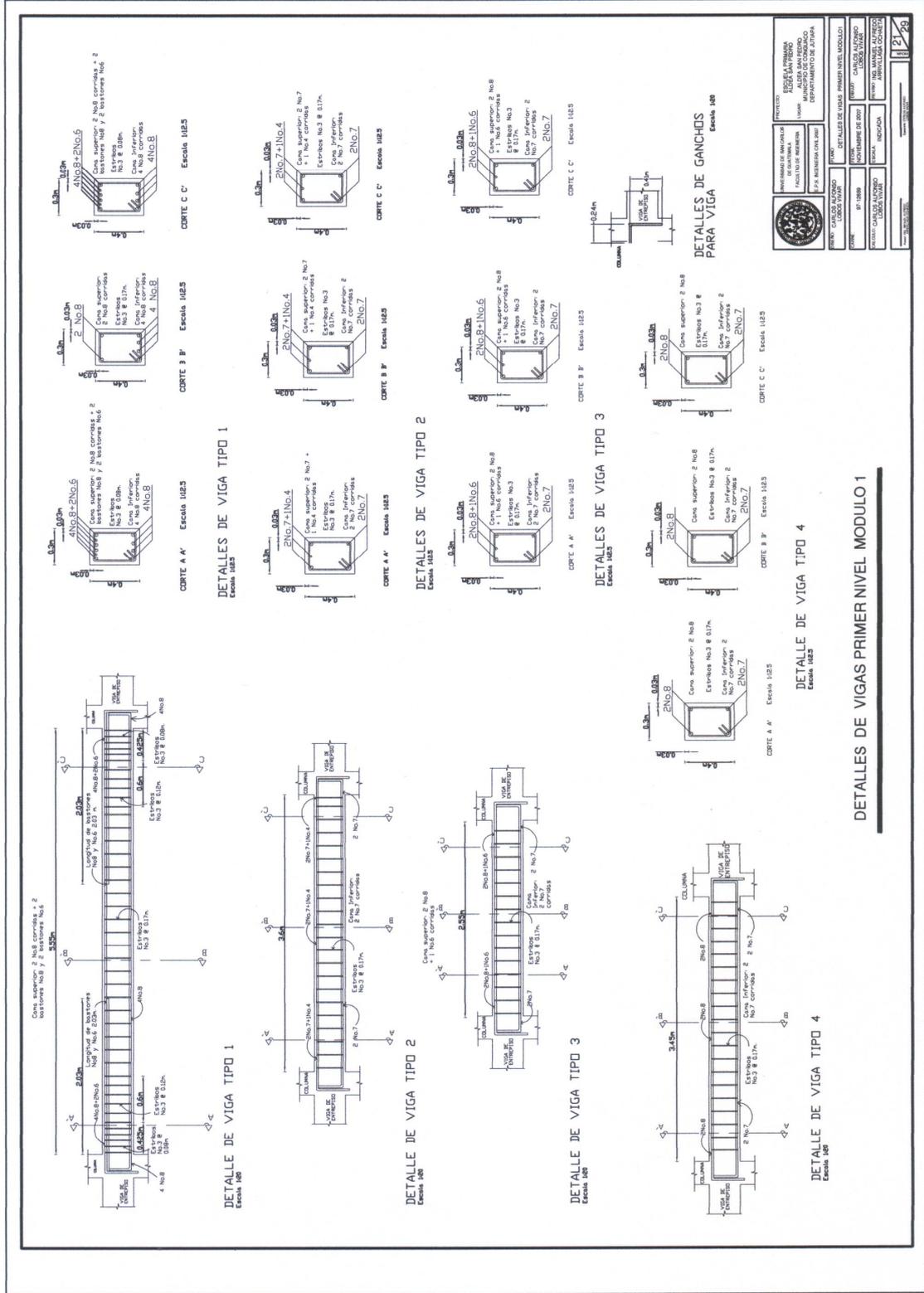
Solera de Humedad

Block de B20C15@0.40

CIMIENTO CORRIDO 3No.3 + Est. No.3 @ 0.15m

DETALLES DE CIMIENTOS Y COLUMNAS MODULO 2

		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SANTAMA FACULTAD DE INGENIERIA P.O. BOX 1200 CALLE 35 No. 100		PUNTO: CALI, COLOMBIA CARRIQUERAS, CALI, COLOMBIA CARRIQUERAS, CALI, COLOMBIA	
		ESCUELA DE INGENIERIA DE SANITARIA Y AMBIENTAL ALCALDIA SAN PEDRO DE MONTALVA DEPARTAMENTO DE ATAPAPA		DETALLES DE CIMIENTOS Y COLUMNAS MODULO 2	
FECHA: 2014-03-11	AUTOR: CARLOS ALONSO OSORIO	PROYECTO: INGENIERIA DE SANITARIA Y AMBIENTAL	ESCALA: 1:105	CARRIQUERAS, CALI, COLOMBIA	NÚMERO DE HOJA: 20



		PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DEL BARRIO DE GUATEMALA MUNICIPIO DE GUATEMALA DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
TÍTULO: DETALLES DE VIGA PRIMER NIVEL MÓDULO		FECHA: ABRIL 2007
ELABORADO POR: CARLOS ALVARO LÓPEZ VIVAR	DISEÑADO POR: CARLOS ALVARO LÓPEZ VIVAR	REVISADO POR: CARLOS ALVARO LÓPEZ VIVAR
APROBADO POR: CARLOS ALVARO LÓPEZ VIVAR	AUTORIZADO POR: CARLOS ALVARO LÓPEZ VIVAR	FIRMA DEL INGENIERO:
ESCALA: 1/25	HOJA: 21	TOTAL: 28

DETALLE DE VIGA TIPO 1
Escala 1:20

DETALLE DE VIGA TIPO 2
Escala 1:20

DETALLE DE VIGA TIPO 3
Escala 1:20

DETALLE DE VIGA TIPO 4
Escala 1:20

DETALLE DE VIGA TIPO 5
Escala 1:20

CORTE A-A' Escala 1:25

CORTE B-B' Escala 1:25

CORTE C-C' Escala 1:25

CORTE A-A' Escala 1:25

CORTE B-B' Escala 1:25

CORTE C-C' Escala 1:25

CORTE A-A' Escala 1:25

CORTE B-B' Escala 1:25

CORTE C-C' Escala 1:25

CORTE A-A' Escala 1:25

CORTE B-B' Escala 1:25

CORTE C-C' Escala 1:25

CORTE A-A' Escala 1:25

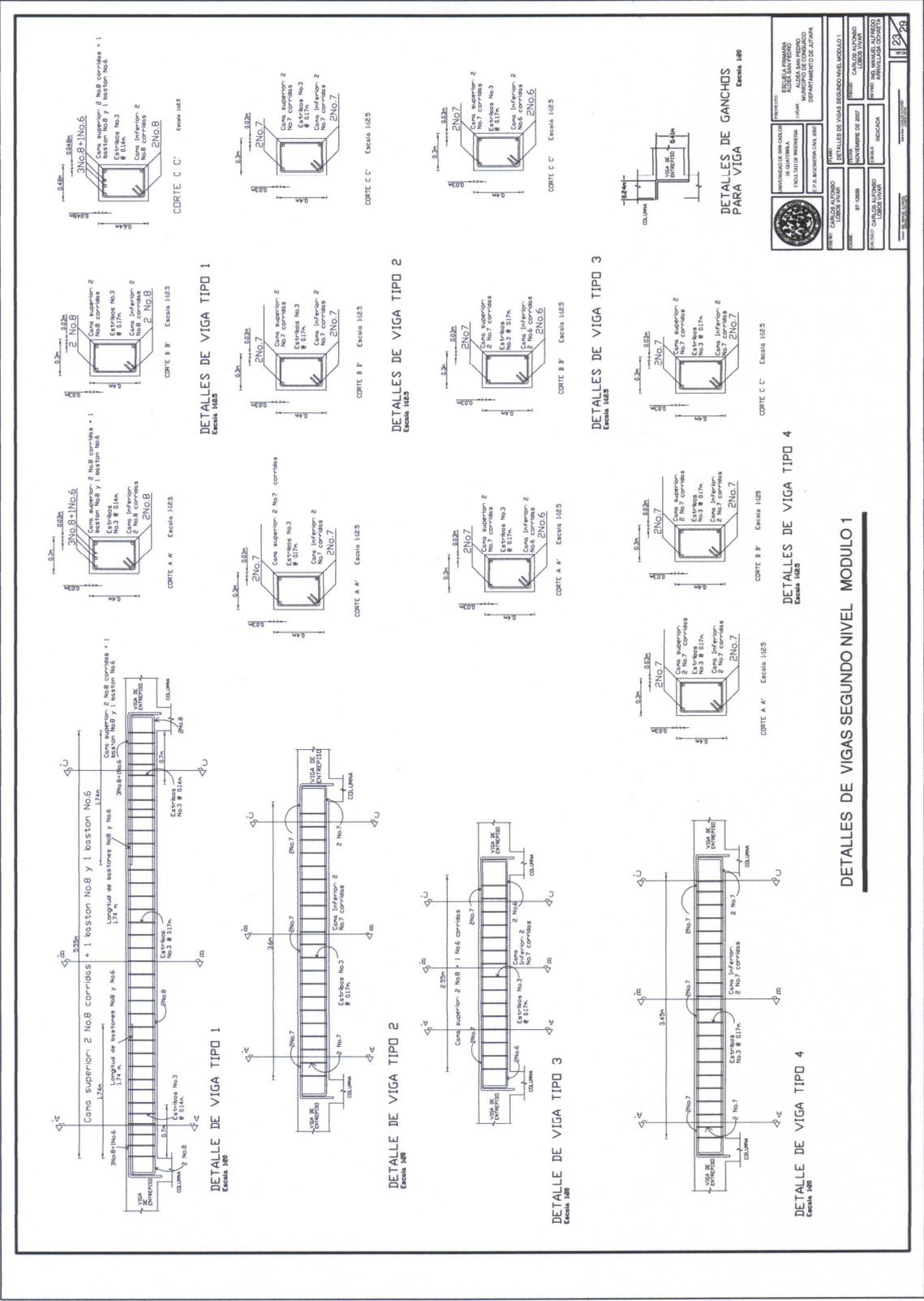
CORTE B-B' Escala 1:25

CORTE C-C' Escala 1:25

DETALLES DE GANCHOS PARA VIGA Escala 1:20

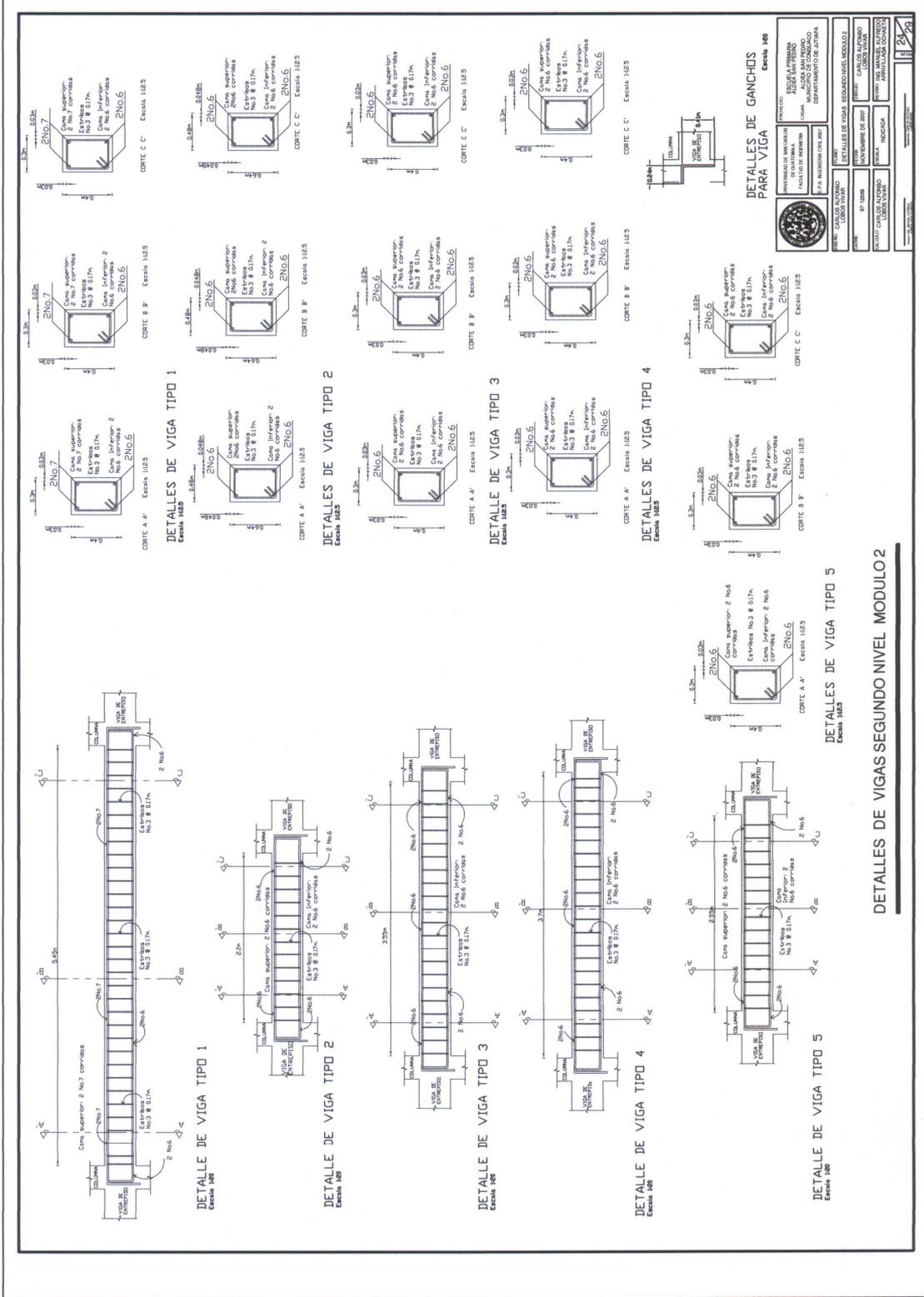
PROYECTO		AGROPECUARIO	
DE GRUPO		AGROPECUARIO	

DETALLES DE VIGAS PRIMER NIVEL MODULO 2

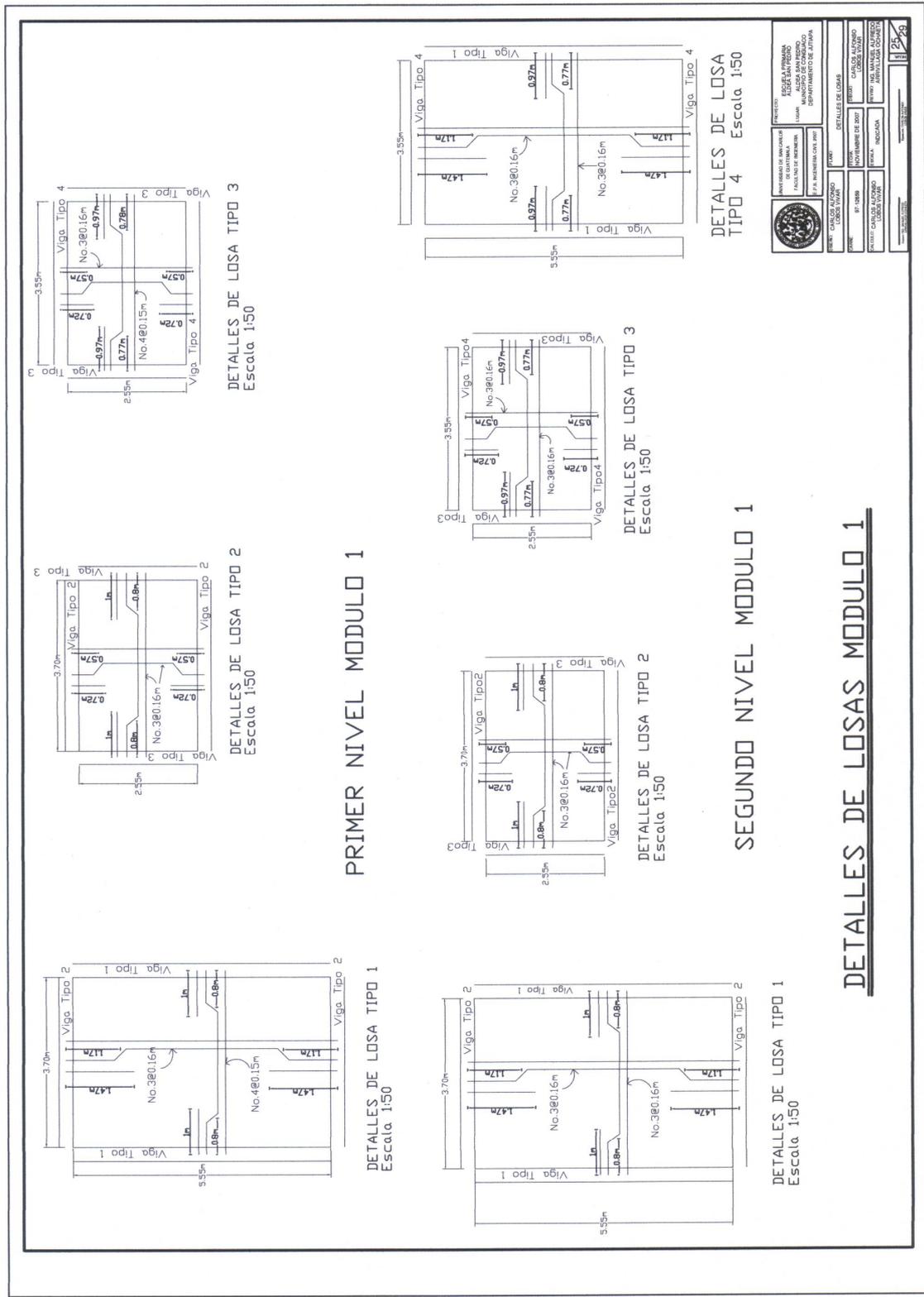


		UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
TÍTULO:	PROYECTO:	DETALLES DE VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 1
AUTOR:	FECHA:	CALIFICACION:
INSTITUCION:	LUGAR:	GUAYAQUIL
INSTITUCION:	INSTITUCION:	INSTITUCION:

DETALLES DE VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 1



DETALLES DE VIGAS SEGUNDO NIVEL MODULO 2



DETALLES DE LOSA TIPO 3
Escala 1:50

DETALLES DE LOSA TIPO 2
Escala 1:50

PRIMER NIVEL MODULO 1

DETALLES DE LOSA TIPO 1
Escala 1:50

DETALLES DE LOSA TIPO 3
Escala 1:50

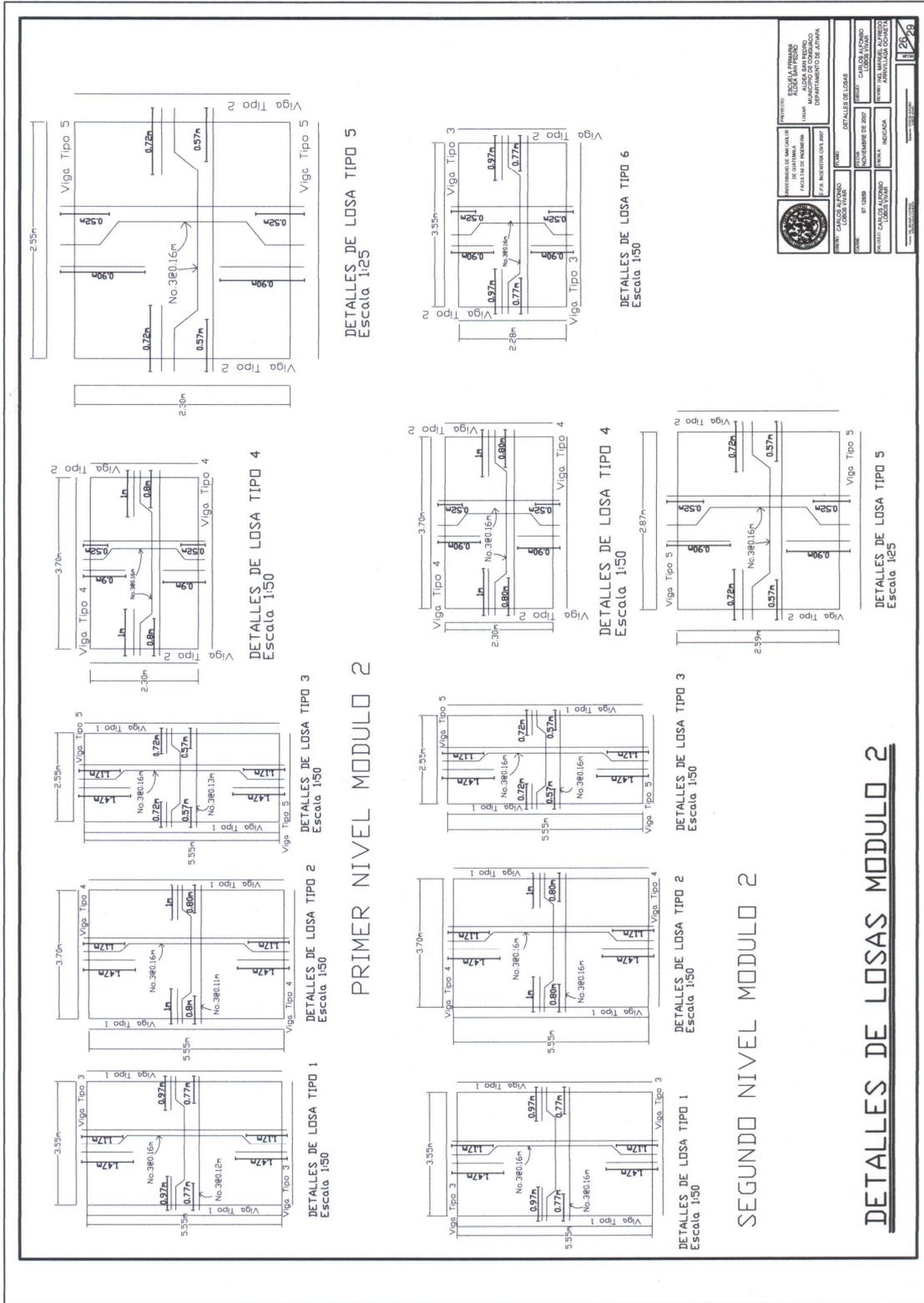
DETALLES DE LOSA TIPO 2
Escala 1:50

SEGUNDO NIVEL MODULO 1

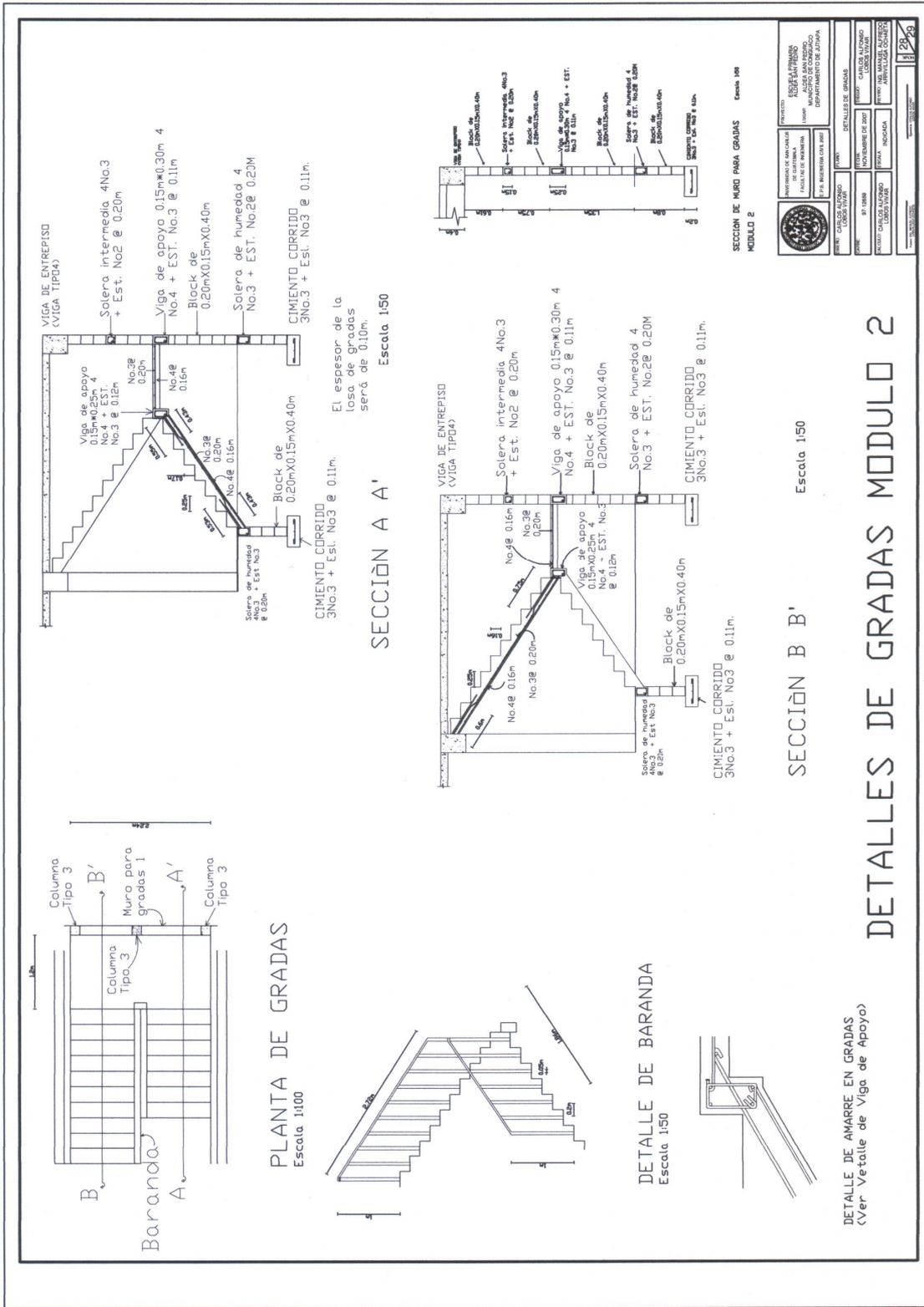
DETALLES DE LOSA TIPO 1
Escala 1:50

DETALLES DE LOSA
TIPO 4
Escala 1:50

	UNIVERSIDAD DE MANIZALES	PROYECTO	ESCALAS DE LOSAS
	ESCUELA PRIMARIA	PROFESOR	ING. CARLOS ALVARO
	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2007
	MUNICIPIO DE COSELLOS	ESTADO	BOGOTÁ
DEPARTAMENTO DE QUINDÍO	PAIS	COLOMBIA	
INGENIERO EN CARRETERAS CARLOS ALVARO C.C. 114889		ESCALAS DE LOSAS CARLOS ALVARO C.C. 114889	
BOGOTÁ, 11 DE NOVIEMBRE DE 2007		CARLOS ALVARO C.C. 114889	
CARLOS ALVARO C.C. 114889		CARLOS ALVARO C.C. 114889	



	UNIVERSIDAD DE CALICUT FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO ESQUEMA DE PLANTA ALCANTARILLADO DE CALICUT DEPARTAMENTO DE JARDINIA
	NOMBRE: CALICUT NOMBRE DE LA OBRA: CALICUT NOMBRE DEL DISEÑADOR: CALICUT NOMBRE DEL CLIENTE: CALICUT	NOMBRE DEL PROYECTO: CALICUT NOMBRE DEL DISEÑADOR: CALICUT NOMBRE DEL CLIENTE: CALICUT
ESCALA: 1:50 FECHA: 2023		



		PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA ALBA SAN PEDRO LOCALIDAD: ALBA SAN PEDRO DEPARTAMENTO: CAUCA INSTITUCIÓN: INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALBA SAN PEDRO
TÍTULO: MUR DE GRADAS	AUTOR:	DISEÑO:
FECHA:	ESCALA:	HOJA:
DEPARTAMENTO:	MUNICIPIO:	LOCALIDAD:
INSTITUCIÓN:	NOMBRE DEL ALUMNO:	NÚMERO DE HOJA:
FECHA:	ESCALA:	HOJA:
DEPARTAMENTO:	MUNICIPIO:	LOCALIDAD:
INSTITUCIÓN:	NOMBRE DEL ALUMNO:	NÚMERO DE HOJA:
FECHA:	ESCALA:	HOJA:

SECCION DE MURO PARA GRADAS MODULO 2 Escala 1:50

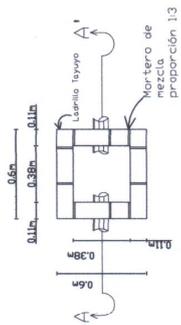
SECCION B B' Escala 1:50

SECCION A A' Escala 1:50

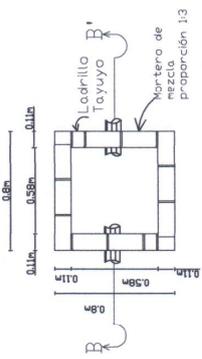
PLANTA DE GRADAS Escala 1:100

DETALLE DE BARANDA Escala 1:50

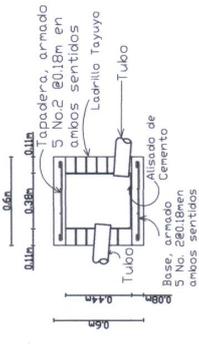
DETALLE DE AMARRE EN GRADAS (Ver: Votale de Viga de Apoyo)



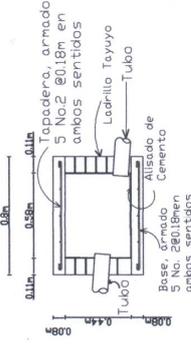
PLANTA DE CAJA TIPO "A"
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES Escala: 1/5



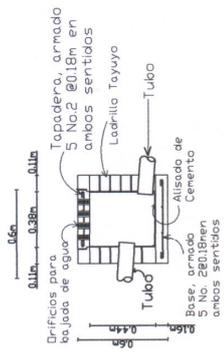
PLANTA DE CAJA TIPO "B"
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS NEGRAS Escala: 1/5



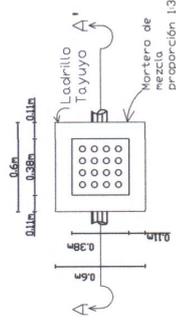
CORTE A - A'
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES Escala: 1/5



CORTE B - B'
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS NEGRAS Escala: 1/5



CORTE A - A'
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS PLUVIALES Escala: 1/5

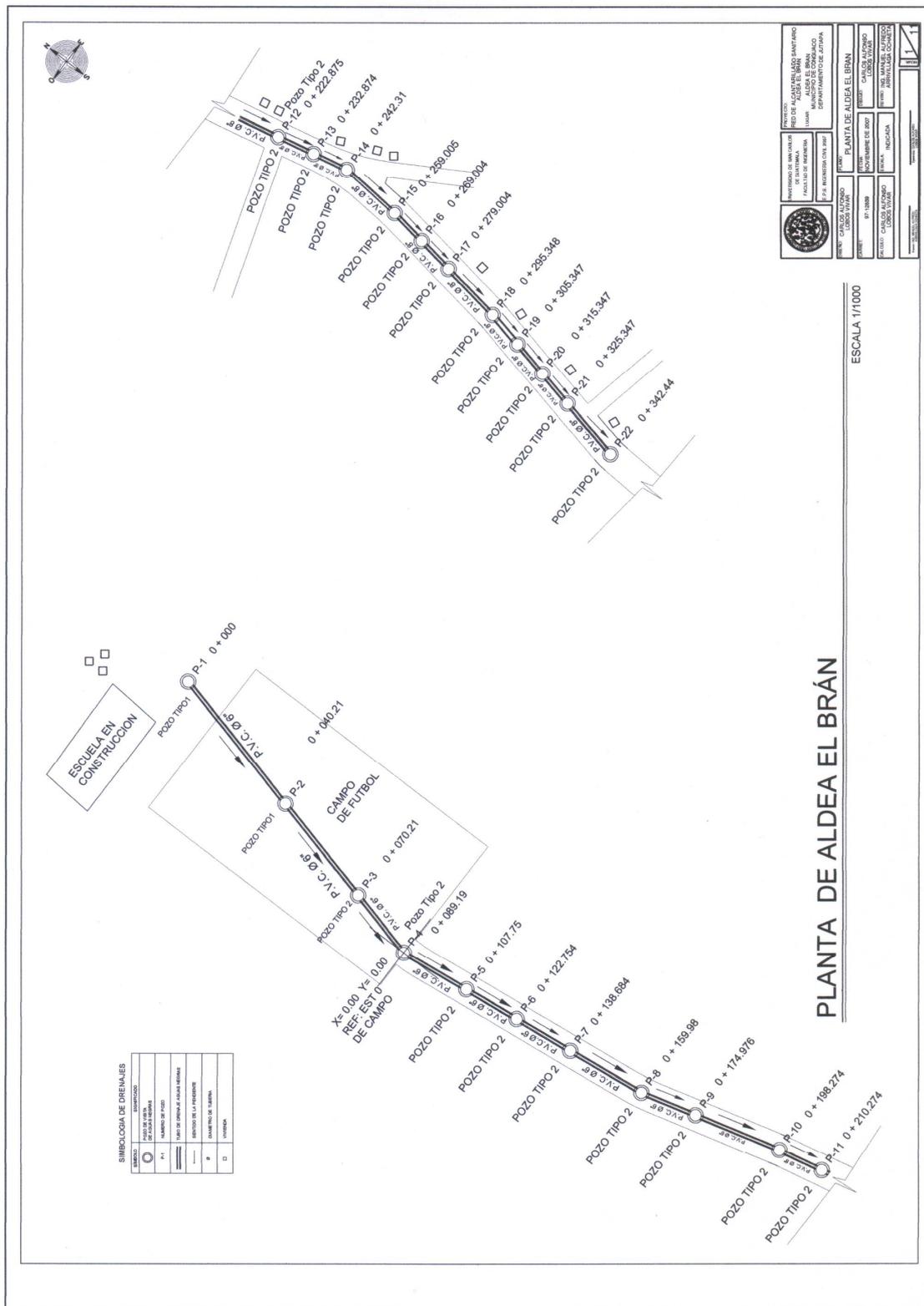


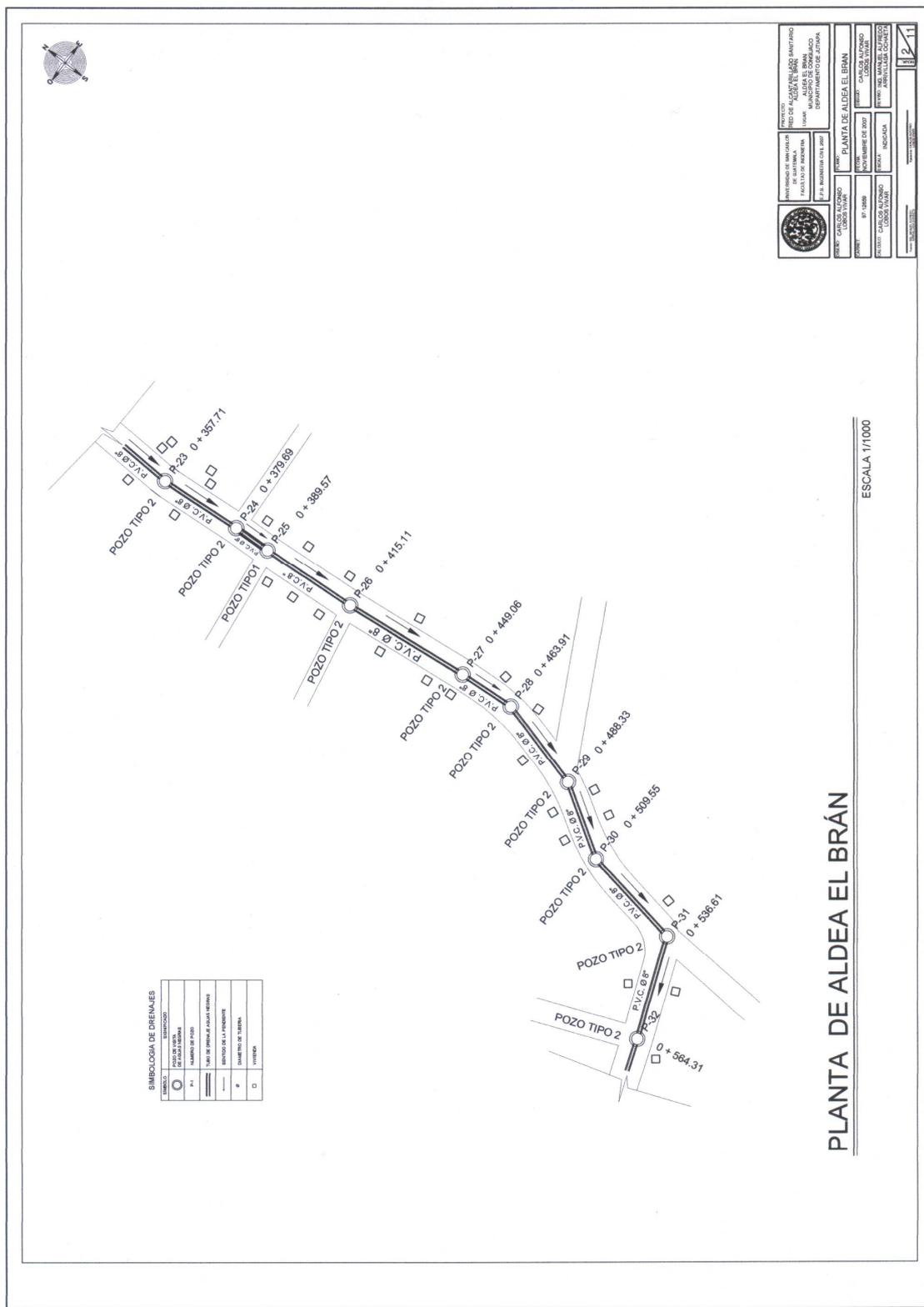
PLANTA DE REPOSADERA
DETALLE DE CAJA PARA AGUAS PLUVIALES Escala: 1/5

	INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES DE QUÍMICA LABORATORIO DE INVESTIGACIONES P.º A. INGENIERÍA DE 2007	PROYECTO: RESEA TECNICA 10000 MUNICIPIO DE SAN CARLOS DEPARTAMENTO DE LUYAN
	P.º A. INGENIERÍA DE 2007	DETALLES DE OBRAS
DISEÑADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR	FECHA: 07/10/08	REVISADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR
APROBADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR	FECHA: 07/10/08	REVISADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR
APROBADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR	FECHA: 07/10/08	REVISADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR
APROBADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR	FECHA: 07/10/08	REVISADO POR: CARLOS ALONSO LUCAS VIVAR

DETALLES DE CAJAS DE REGISTRO

PLANOS ALCANTARILLADO SANITARIO





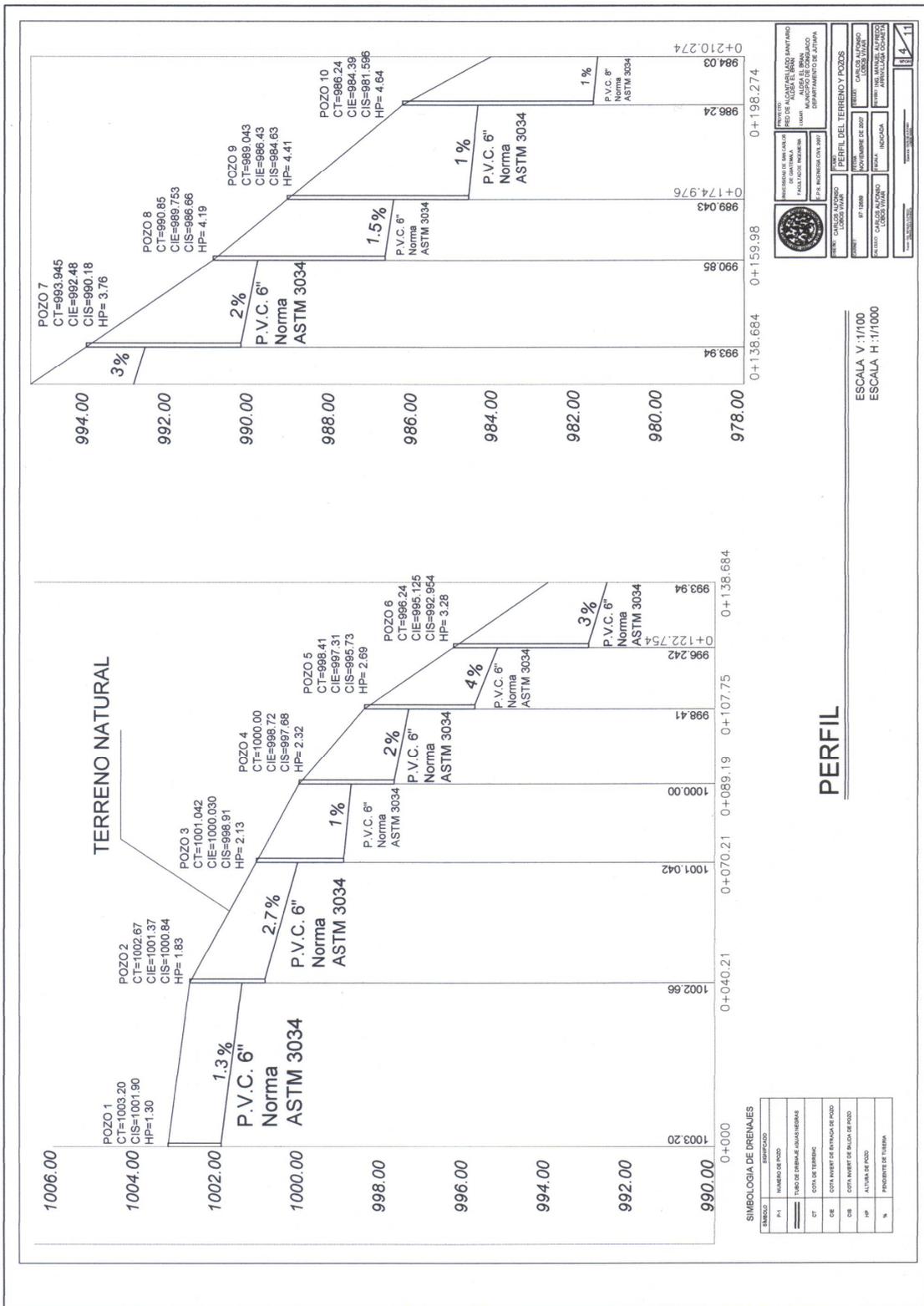
SIMBOLOGÍA DE DRENAJES

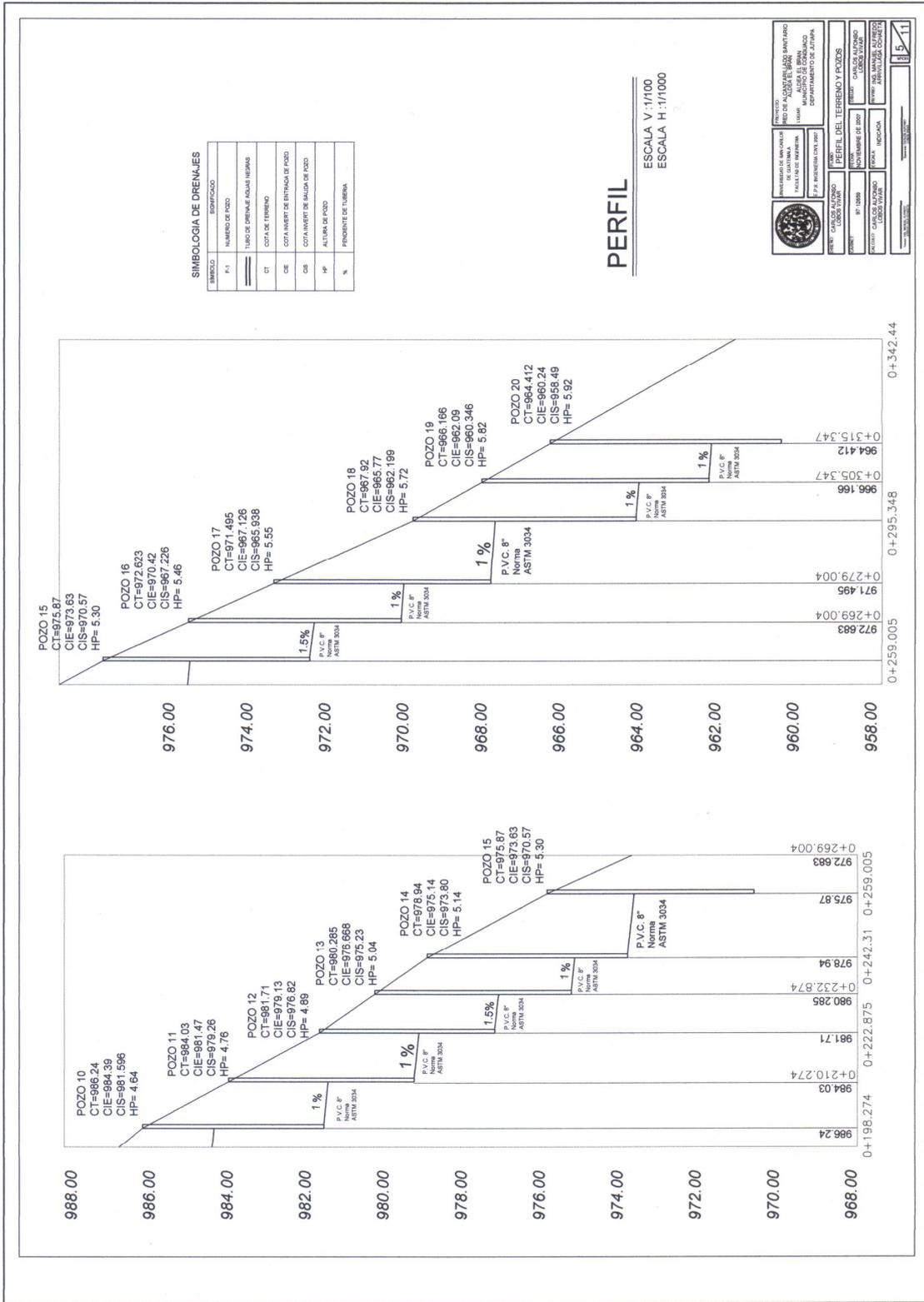
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	POZO DE VISIÓN
P.V.	VALVULAS DE VENTILACIÓN
—	TUBO DE DRENAJE DE ALTO PRESIÓN
—	REJILLA DE LA FRENTE
■	CAMAROS DE TURBINA
□	INVERSOR

	INSTITUCIÓN DE ANÁLISIS FACULTAD DE INGENIERÍA MANIFIESTO DE OBRAS P.º DE INGENIERÍA CIVIL 2007	MUNICIPIO DE ALDEA EL BRÁN CARR. CALLES VIVAS NO. 1088 CARR. CALLES VIVAS
	CARR. CALLES VIVAS NO. 1088 CARR. CALLES VIVAS	AUTORIDAD DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL TERRITORIO Y DEL DISEÑO URBANO CARR. CALLES VIVAS NO. 1088 CARR. CALLES VIVAS

PLANTA DE ALDEA EL BRÁN

ESCALA 1/1000



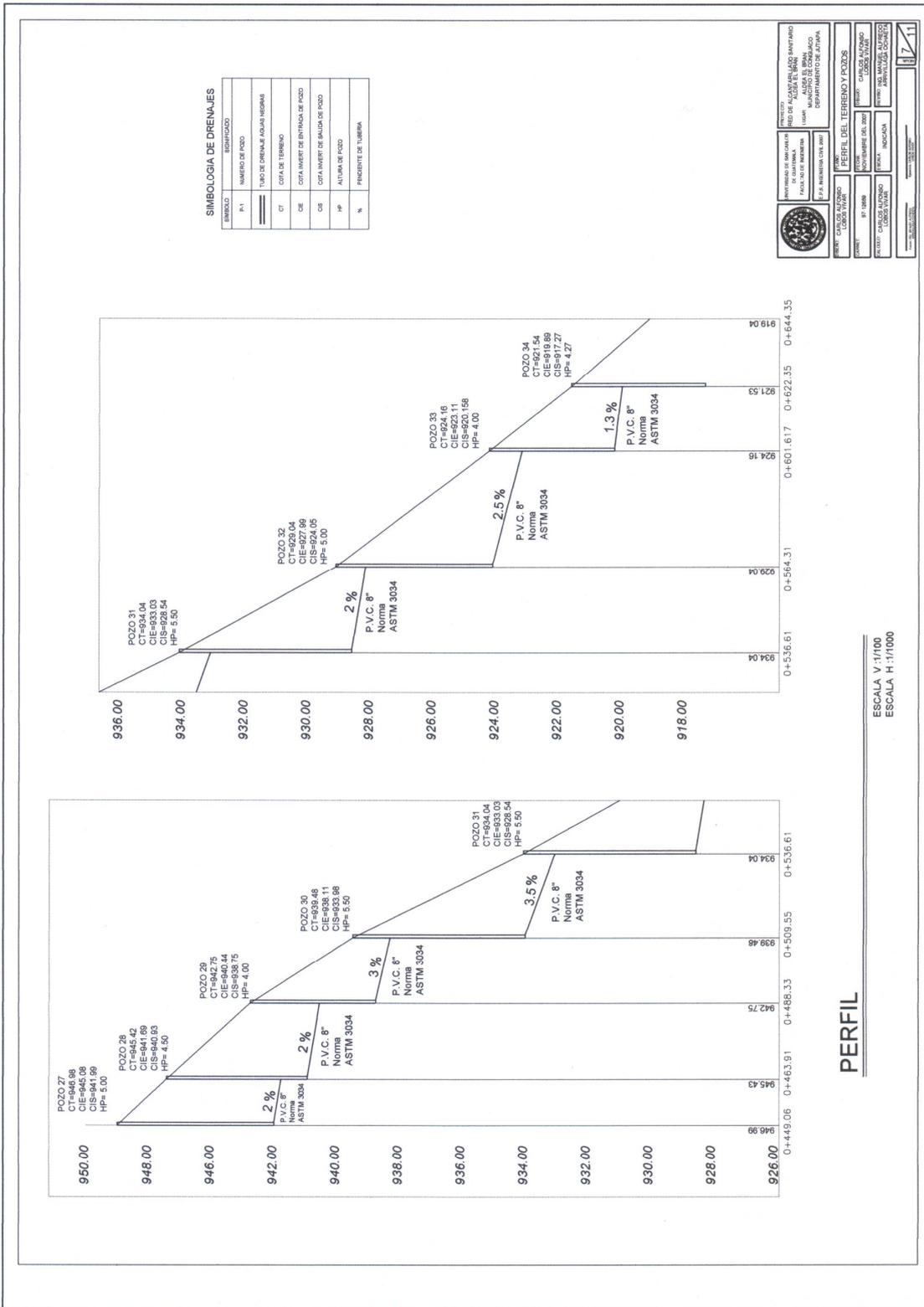


SIMBOLOGIA DE DRENAJES

NUMERO DE POZO	IDENTIFICACION
P-1	
CT	TUBO DE DRENAJE ALAS HERRAS
CT	COTA DE TERRENO
CE	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
CS	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
HP	ALTURA DE POZO
%	PENDIENTE DE TUBERIA

PERFIL
 ESCALA V:1/1000
 ESCALA H:1/1000

	CONCEJO MUNICIPAL MUNICIPIO DE SAN MATEO CALLES DEL BARRIO DE SAN MATEO DEPARTAMENTO DE AZUAGA
PERFILES DEL TERRENO Y POZOS P.O. 001	CALLOS ALONSO LOPEZ Y CAJAL INGENIEROS CIVILES INGENIERIA



SIMBOLOGIA DE DRENAJES

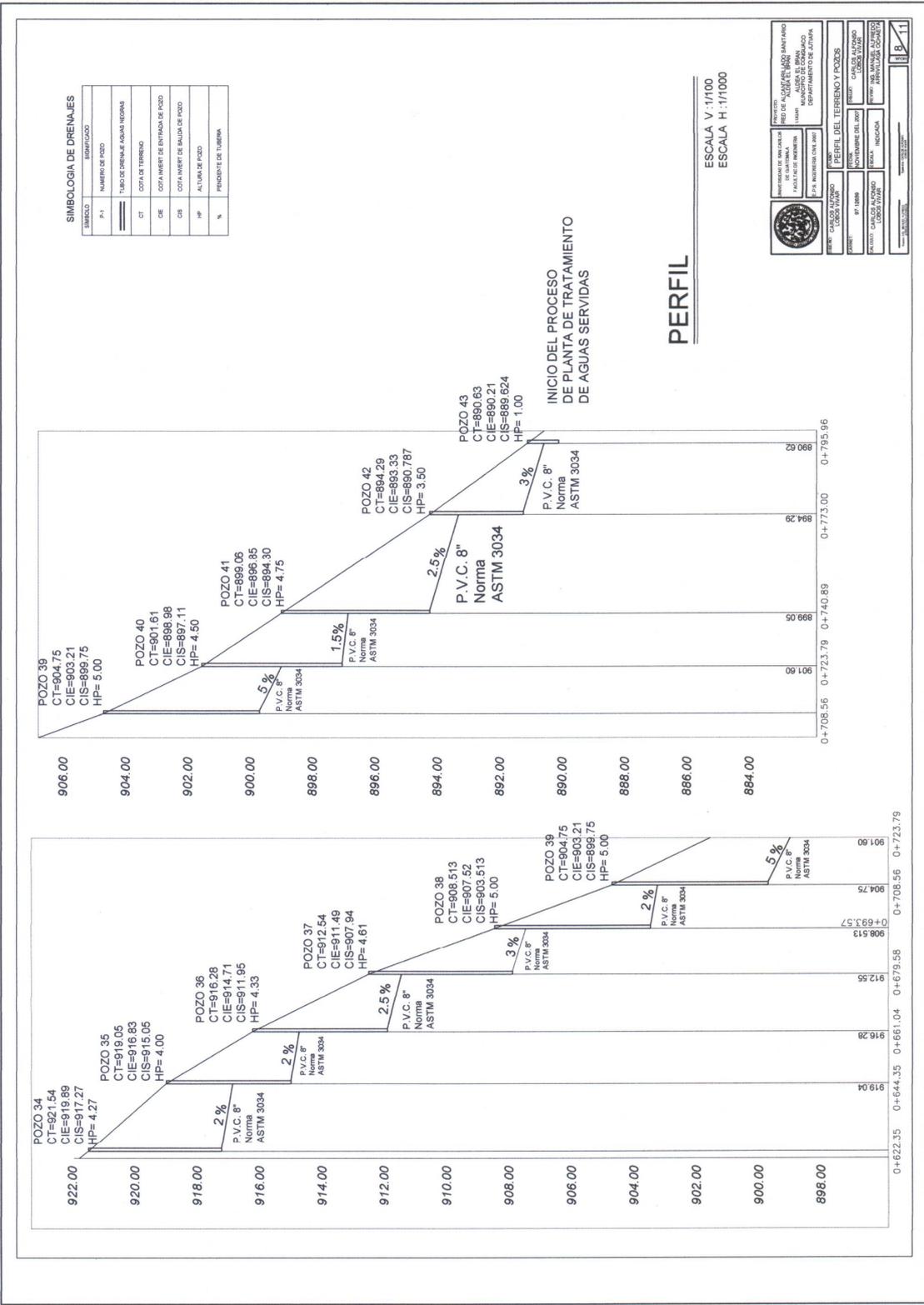
SIMBOLOGIA		DEFINICION
PI	=====	NUMERO DE POZO
CT	=====	TUBO DE DRENAJE AJUSTAR NORMAS
CT	=====	COTA DE TERRENO
CE	=====	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
CE	=====	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
HP	=====	ALTURA DE POZO
%	=====	PERCENTAJE DE TUBERIA


PROYECTO: FRENTE DE ACUPLA EL LAGO SANTAFÉ DE BOGOTÁ
PAIS: COLOMBIA
DEPARTAMENTO: BOGOTÁ
MUNICIPIO: BOGOTÁ
CONDOMINIO: EL LAGO SANTAFÉ

PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO

PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO

PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO
PROYECTANTE: CALDERÓN Y CAJIGALLO



SIMBOLOGIA DE DRENAJES

SIMBOLO		DESCRIPCION	
PA	=====	NUMERO DE POZO	
CT	=====	TUBO DE DRENAJE A BARRAS REJESAS	
CE	=====	COTA DE TERRENO	
CI	=====	COTA INTERIOR DE ENTRADA DE POZO	
CS	=====	COTA INTERIOR DE SALIDA DE POZO	
HP	=====	ALTURA DE POZO	
%	=====	PERCENTAJE DE TUBERIA	

PERFIL

ESCALA V:1/100
ESCALA H:1/1000

INICIO DEL PROCESO
DE PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS SERVIDAS

PROYECTO: RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE BOGOTA

CLIENTE: INSTITUTO VECINAL DE FOMENTO Y DESARROLLO URBANO DE BOGOTA

FECHA: 2000

PROYECTO: PERFIL DEL TERRENO Y POZOS

CLIENTE: CALSAZ CALZADA DE LOS SANTOS

FECHA: 2000

PROYECTO: RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE BOGOTA

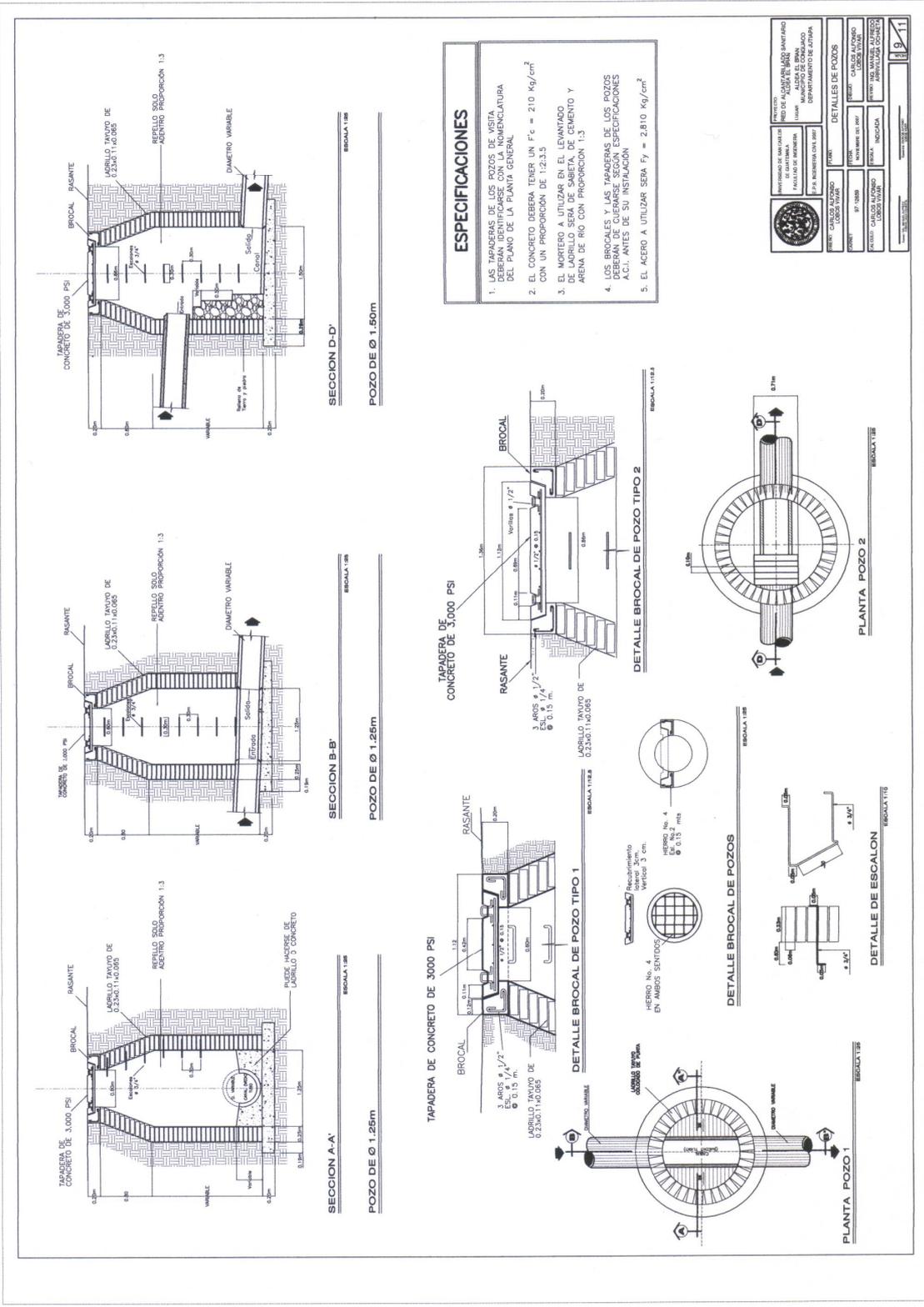
CLIENTE: INSTITUTO VECINAL DE FOMENTO Y DESARROLLO URBANO DE BOGOTA

FECHA: 2000

PROYECTO: PERFIL DEL TERRENO Y POZOS

CLIENTE: CALSAZ CALZADA DE LOS SANTOS

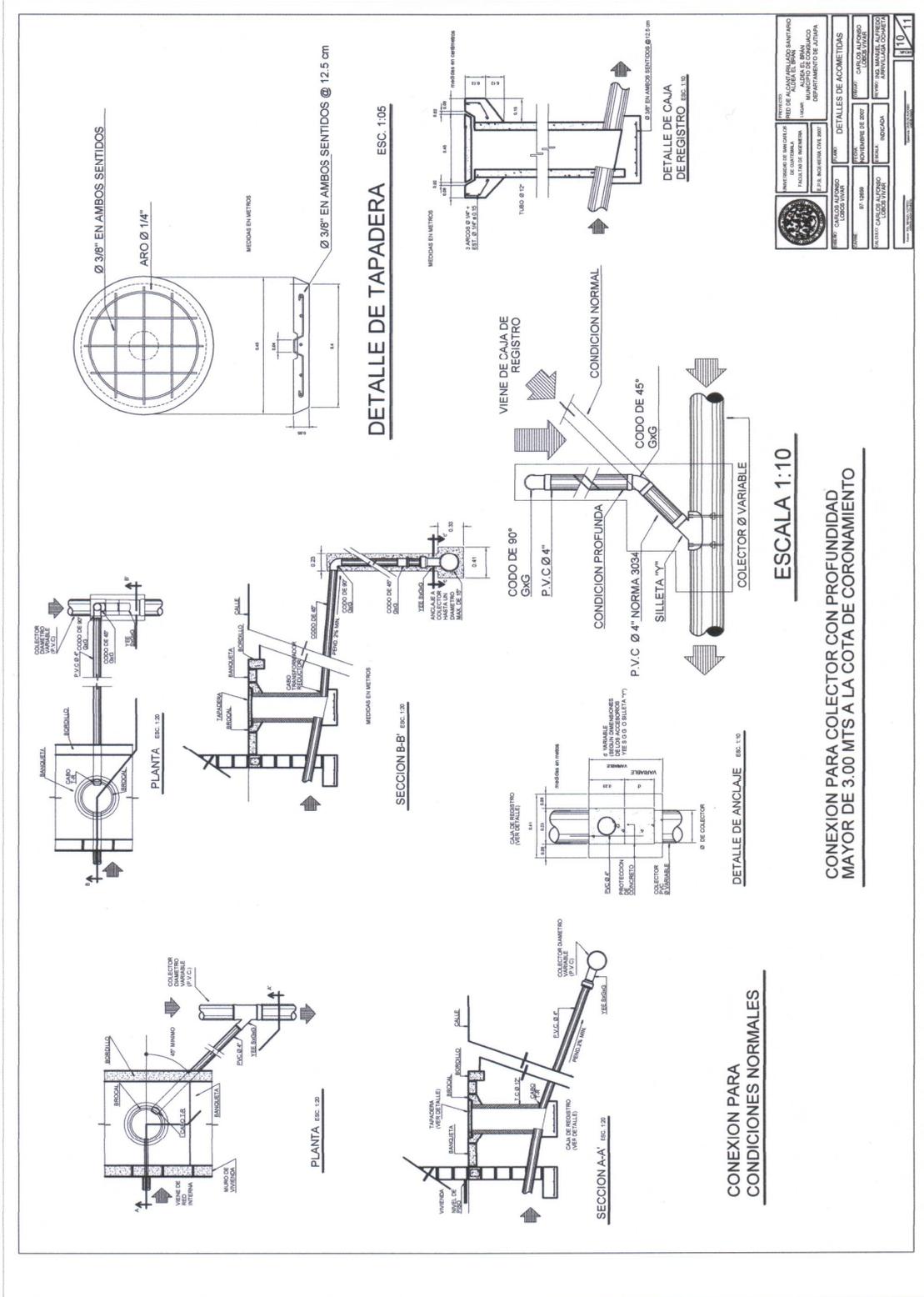
FECHA: 2000

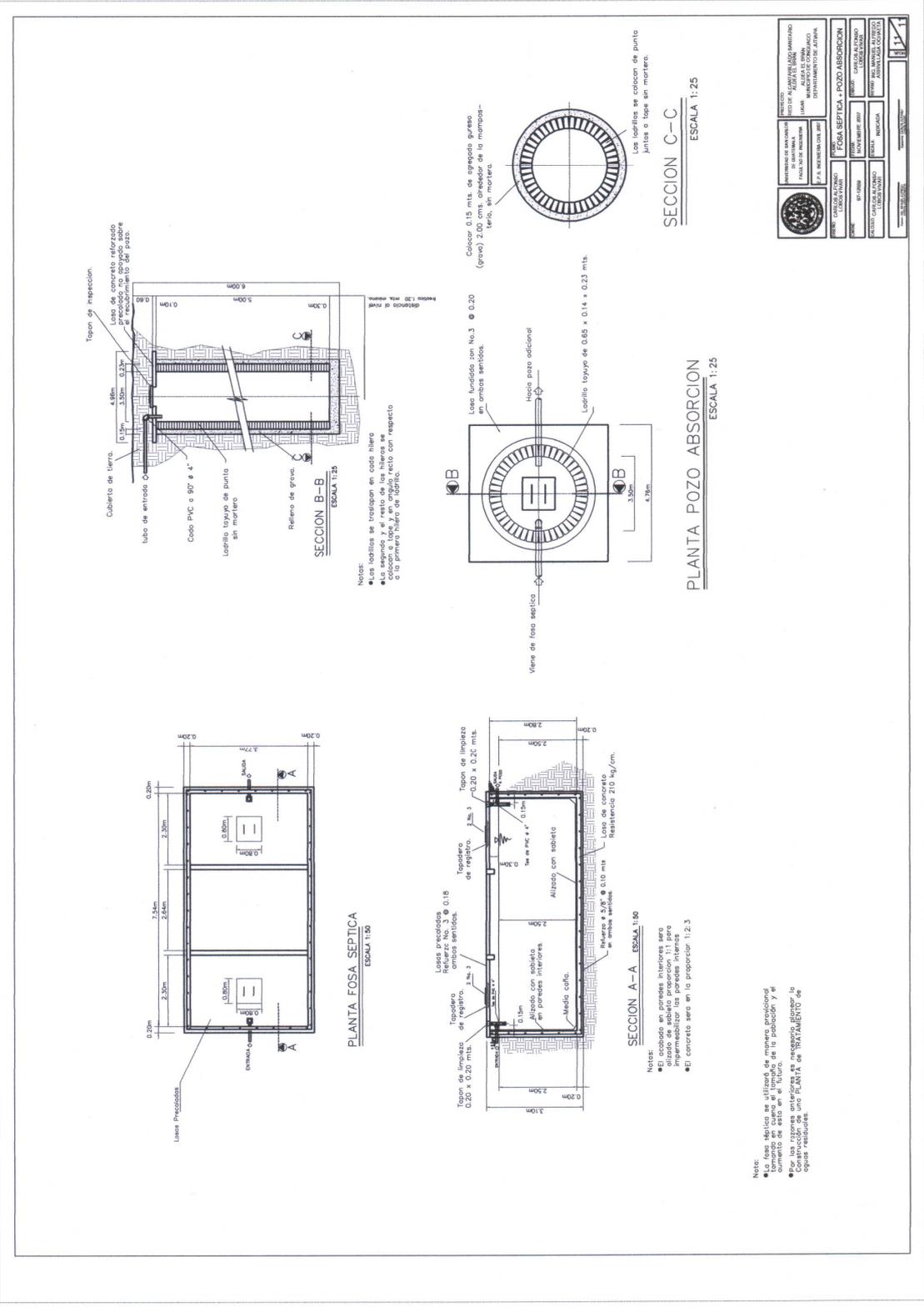


ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA GENERAL CON UN PROPORCION DE 1:2.3.5
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
3. EL MASTERO A UTILIZARSE EN EL ENLACE DE LOS BROCALES DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN DE CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

		INSTITUTO VECINO DE SAN JUAN DE LOS RIOS ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN JUAN DE LOS RIOS MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RIOS DEPARTAMENTO DE CAQUETA	
PROYECTO	CONSTRUCCION DE UN POZO	DETALLE DE POZOS	
CLIENTE	SECRETARIA DE SALUD		
FECHA	15/03/2018		
DISEÑADO	CARLOS ALONSO LOPEZ		
REVISADO	INGENIERO JUAN MANUEL ALONSO		
APROBADO	INGENIERO JUAN MANUEL ALONSO		
ESCALA	1:10		
			19/1





	MINISTERIO DE SALUD DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES Y CONTROL DE ENFERMEDADES DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA	PROYECTO FOSA SEPTICA - POZO ABSORCION
	INSTITUCIÓN INSTITUCIÓN VENEZOLANA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	AUTOR DR. RAFAEL RAMÍREZ
DISEÑO DR. RAFAEL RAMÍREZ	ELABORADO POR INGENIERO CIVIL INGENIERO CIVIL INGENIERO CIVIL	FECHA 10/09/2010